

การวิเคราะห์การปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก กรณีศึกษาทางหลวง
หมายเลข 4 ช่วง กม.276+300 - กม.315+000 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ANALYSIS OF MAJOR HIGHWAY EFFICIENCY IMPROVEMENT A CASE
STUDY ON HIGHWAY NO.4 KM.276+300 - KM.312+500 PRACHUAP
KHIRI KHAN PROVINCE



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สิ่งแวดล้อม และการจัดการงานก่อสร้าง

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2568

KMITL-2025-EN-M-097-053

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANALYSIS OF MAJOR HIGHWAY EFFICIENCY IMPROVEMENT A CASE
STUDY ON HIGHWAY NO.4 KM.276+300 - KM.312+500 PRACHUAP KHIRI
KHAN PROVINCE



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN CIVIL ENGINEERING ENVIRONMENTAL
ENGINEERING AND CONSTRUCTION MANAGEMENT
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2025

KMITL-2025-EN-M-097-053

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2025

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์การปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก กรณีศึกษาทางหลวงหมายเลข 4 ช่วง กม.276+300 - กม. 315+000 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
นักศึกษา	นางสาวอรพรรณ โต้พันธ์
รหัสประจำตัว	62601169
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา สิ่งแวดล้อม และการจัดการงานก่อสร้าง
พ.ศ.	2568
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัส พิทักษ์ศฤงคาร

บทคัดย่อ

ทางหลวงสายหลักเป็นโครงข่ายถนนที่เชื่อมโยงการเดินทางและโลจิสติกส์หลักของประเทศ แต่เนื่องจากการพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยรอบโครงข่ายทางหลวงสายหลักที่กระจายตัวกันอย่างไม่เป็นระบบ ส่งผลให้ประสิทธิภาพของโครงข่ายลดลง จึงต้องมีการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เห็นว่า ทางหลวงหมายเลข 4 ช่วงกม.276+300 - กม.335+813 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นช่วงถนนที่เป็นทางสายหลักในการเดินทางเข้าสู่ภาคใต้ และมีปริมาณจราจรที่หนาแน่นในเขตเมือง จึงได้เสนอแนวความคิดการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน ช่วงถนน และจุดตัดทางแยก ให้สอดคล้องกับคุณลักษณะของโครงข่าย ซึ่งวิเคราะห์โดยการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยเปรียบเทียบตัวชี้วัดแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และหลังปรับปรุงตามแนวคิดเพิ่มประสิทธิภาพของถนน พบว่า แนวคิดการปรับปรุงขยายถนนทางหลวงสายหลักสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของถนน ทำให้ความเร็วบนช่วงถนนโดยรวมเพิ่มขึ้นได้ 15.39 - 19.17 % แนวคิดการปรับปรุงจุดกลับรถเดิม เป็นจุดกลับรถ Inner to Inner ในแนวทางหลวงสายหลักสามารถทำให้ความล่าช้าเฉลี่ยที่จุดกลับรถ โดยรวมลดลงได้ 7.69 % - 30.27 % และแนวความคิดการปรับปรุงก่อสร้างทางต่างระดับที่ทางแยกในแนวทางหลวงสายหลักสามารถทำให้ความล่าช้าเฉลี่ยที่ทางแยก โดยรวมลดลงได้ 57.49 % - 79.91 % แนวคิดการปรับปรุง ปิดทางแยก (เลี้ยวซ้ายเข้า-เลี้ยวซ้ายออก) บนทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจรทำให้ความล่าช้าเฉลี่ยที่ทางแยก โดยรวมลดลงได้ 67.09% ส่งผลให้มีความยาวแถวคอยที่ทางแยกโดยรวมลดลงได้ 31.09% - 93.60 % ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน ช่วงถนน และจุดตัดทางแยก ตามแนวคิดที่นำเสนอ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของถนนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Analysis of Major Highway Efficiency Improvement A Case Study On Highway No.4 Km.276+300 – Km.312+500 Prachuap Khiri Khan Province.
Student	Miss. Orapan Thopan
Student ID	62601169
Degree	Master of Engineering
Program	Civil Engineering Environmental Engineering and Construction Management
Year	2025
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Jumrus Pitaksringkarn

ABSTRACT

Major highways are critical road networks that facilitate essential travel and logistics across the country. However, the uncoordinated development of land use surrounding these highways has led to a decrease in their efficiency. Consequently, there is a need for enhancements to optimize the Major highways. This study focuses on Highway No. 4, specifically the segment from km 276+300 to km 335+813 in Prachuap Khiri Khan Province, which serves as a vital corridor to the southern region and experiences significant traffic congestion in urban areas. The research proposes infrastructure improvements for the road segment and intersection designs to align with the network's operational characteristics. The analysis employs micro-level traffic simulation to assess performance indicators before and after implementing the proposed optimization strategies. Results indicate that widening the Major highway can enhance overall roadway efficiency, leading to a speed increase of 15.39% to 19.17%. The suggestion to upgrade existing U-turns to an 'Inner to Inner' configuration on the main highway can reduce average delays at these points by 7.69% to 30.27%. Furthermore, constructing grade-separated interchanges at intersections can decrease average delays at these locations by 57.49% to 79.91%. Moreover, the recommendation to eliminate left-in-left-out movements at non-signalized intersections can reduce average delays by 67.09%, significantly lowering queue lengths at intersections by 31.09% to 93.60%. Therefore, it is clear that the proposed improvements to infrastructure, road segments, and intersections can significantly enhance the operational efficiency of the highway network.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.จรัส พิทักษ์ศตุงคาร ที่ให้ความอนุเคราะห์รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำปรึกษา แนะนำ และให้การช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงสอนวิธีการทำงานที่ดีทำให้ผู้วิจัยรู้จักพัฒนาตนเองในด้านการทำงานให้ดียิ่งขึ้น

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำและแนวทางในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น ขอขอบคุณคณะอาจารย์ คณะวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่สั่งสอนวิชาความรู้ ถ่ายทอดประสบการณ์ต่าง ๆ และนำความรู้เหล่านั้นมาใช้ในการทำวิจัยนี้

ขอขอบคุณบริษัท เอส ทู อาร์ คอนซัลติ้ง จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาและอุปกรณ์ในการสำรวจ เป็นอย่างดี ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก และเป็นแนวทางในการพัฒนาโครงการต่อไป

สำหรับคุณประโยชน์และคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้บิดามารดาผู้เป็นที่รักและเคารพยิ่ง ครูอาจารย์ที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้ามาตลอดจนถึงทุกวันนี้ และผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหลายที่ทำให้เกิดการวิจัยครั้งนี้ด้วย

อรพรรณ ไตพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และส่งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ทางหลวงสายหลัก.....	4
2.1.1 การจำแนกประเภททางหลวง.....	4
2.1.2 การจำแนกประเภททางหลวงตามมาตรฐานสากล.....	4
2.1.3 การจำแนกประเภททางหลวงในประเทศไทย.....	8
2.1.4 จำแนกลำดับชั้นถนนของหน่วยงานในประเทศไทย.....	10
2.1.5 นิยาม คุณลักษณะ และวัตถุประสงค์ ของทางหลวงแต่ละลำดับชั้น.....	15
2.2 รูปแบบการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก.....	19
2.2.1 แนวคิดในการออกแบบทางหลวงสายหลัก.....	19
2.2.2 MASSS Highways.....	21
2.2.3 แนวคิดการออกแบบถนนตามลักษณะการใช้ที่ดินโดยรอบ (Concept Design of Road Corridor by land use type)	24
2.2.4 แนวทางการออกแบบปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพถนนสายหลัก (Design Solution)	28
2.2.5 รูปแบบการปรับปรุงทางเชื่อม/ทางแยก.....	39
2.2.6 รูปแบบการปรับปรุงจุดกลับรถบนทางหลวงและการปรับปรุงจุดกลับรถใต้สะพาน.....	39
2.2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาแนวทางการปรับถนนสายหลัก.....	42
2.3 แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค.....	43
2.3.1 ความสำคัญของการจำลองสภาพการจราจร.....	43
2.3.2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของโปรแกรมจำลองสภาพจราจร.....	45
2.3.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคในการวิเคราะห์.....	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม โดยผู้จัดทำเอกสารนี้ไว้เพื่อประโยชน์ด้านการศึกษา

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 แนวคิดและทฤษฎีด้านการจราจร.....	51
2.4.1 ความล่าช้า (Delay)	51
2.4.2 ความเร็วในการเดินทาง (Speed)	51
2.4.3 ความหนาแน่น (Density)	52
2.4.4 ระดับการให้บริการ (Level of Service)	53
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	56
3.1 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา.....	58
3.2 การเก็บข้อมูล.....	60
3.2.1 การสำรวจลักษณะทางกายภาพบริเวณทางแยก.....	61
3.2.2 การสำรวจรอบสัญญาณไฟที่ทางแยก.....	61
3.2.3 การสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรบนช่วงถนนและทางแยก.....	61
3.2.4 การสำรวจความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางและเวลาในการเดินทาง.....	62
3.2.5 การสำรวจความยาวแถวคอยที่ทางแยก.....	63
3.3 การพัฒนาแบบจำลองฐาน (Base Model Development).....	63
3.4 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐาน (Error Checking)	68
3.4.1 การทบทวนข้อมูลนำเข้า.....	68
3.4.2 การทบทวนการแสดงผลจากภาพเคลื่อนไหวในแบบจำลอง.....	68
3.5 การพัฒนาแบบจำลองตามแนวคิดการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน ช่วงถนน และจุดตัดทางแยก ให้สอดคล้องกับคุณลักษณะของโครงข่าย.....	68
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	71
4.1 กล่าวนำ.....	71
4.2 ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพช่วงถนนและทางแยก.....	71
4.3 ผลการสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน.....	72
4.4 ผลการสำรวจปริมาณจราจรที่ทางแยก.....	74
4.5 สัดส่วนยานพาหนะ (Vehicle Composition)	77
4.6 ผลการสำรวจความเร็ว.....	78
4.7 การสอบเทียบและทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลอง.....	79
4.8 การวิเคราะห์โดยพิจารณาแยกเป็นกรณีก่อนการปรับปรุง และหลังการปรับปรุง ตามแนวคิด.....	80
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	90
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	90
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารสิทธิ์ในลิขสิทธิ์ของกรมการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางราชการ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	93
ภาคผนวก.....	95
ภาคผนวก ก. การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา.....	96
ภาคผนวก ข. แบบฟอร์มการสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน.....	102
ภาคผนวก ค. แบบฟอร์มการสำรวจปริมาณจราจรบนทางแยก.....	103
ภาคผนวก ง. ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพช่วงถนนและทางแยก.....	104
ภาคผนวก จ. ผลการสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน.....	107
ภาคผนวก ฉ. หนังสือผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ สาขาวิศวกรรมศาสตร์ และได้นำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 21 มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ระหว่างวันที่ 3 – 4 ธันวาคม พ.ศ. 2567.....	113
ประวัติผู้เขียน.....	115



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การจำแนกประเภททางหลวงอาเขียนกับมาตรฐานสากล.....	8
2.2 การจำแนกประเภททางหลวงตาม พ.ร.บ. ทางหลวง (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2549 กับมาตรฐาน สากล.....	9
2.3 การจำแนกประเภททางหลวงแผ่นดินของกรมทางหลวงกับมาตรฐานสากล.....	10
2.4 คุณลักษณะ หน้าที่ และความสำคัญของทางหลวงลำดับชั้นทางหลวง.....	18
2.5 การแบ่งลักษณะการใช้ที่ดินโดยรอบ.....	25
2.6 แนวคิดการออกแบบทางหลวงสายหลักตามลักษณะการใช้ที่ดินโดยรอบ.....	27
2.7 การกำหนดขีดจำกัดความเร็ว ตามลำดับชั้น และลักษณะทางกายภาพของทางหลวงแผ่นดิน	29
2.8 การกำหนดอัตราความเร็วสำหรับรถในทางเดินรถ แบ่งตามลักษณะพื้นที่.....	30
2.9 แนวทางการออกแบบรูปตัดถนน.....	31
2.10 รูปแบบจุดกลับรถตามมาตรฐานกรมทางหลวง.....	33
2.11 การกำหนดการใช้รูปแบบจุดกลับรถให้เหมาะสมกับลักษณะพื้นที่เบื้องต้น.....	34
2.12 รูปแบบทางแยก/ทางเชื่อมสำหรับโครงการ.....	35
2.13 Recommended minimum lengths of transition zones.....	36
2.14 ผลการเปรียบเทียบตัวชี้วัดโดยแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และหลังการปรับปรุง โครงข่ายถนนด้านตะวันตกเชื่อมโยงโรงพยาบาลประจำเมืองลูกกา ประเทศอิตาลี.....	42
2.15 เกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลองที่แนะนำโดย Design Manual for Roads and Bridges (DMRB).....	50
2.16 การแบ่งระดับการให้บริการ (Level of Service, LOS) บริเวณทางแยก.....	51
3.1 สรุปโครงข่ายที่ได้รับการคัดเลือกแยกตามภาค.....	58
3.2 ค่าของรถยนต์ส่วนบุคคล (Passenger Car Unit, PCU) โดยค่าของแต่ละประเภทรถ.....	62
3.3 Parameter ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจร (Traffic Simulation Model)	64
4.1 ปริมาณจราจรบนช่วงถนนจากการสำรวจ.....	73
4.2 ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางของยานพาหนะ.....	78
4.3 การสอบเทียบและทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองในชั่วโมงเร่งด่วนบนช่วงถนน.....	80
4.4 ผลการเปรียบเทียบตัวชี้วัดความเร็วในการเดินทางโดยแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และหลังการปรับปรุงขยายทางหลวงสายหลัก.....	81
4.5 ผลการเปรียบเทียบความหนาแน่นของการจราจร โดยแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และหลังการปรับปรุงขยายทางหลวงสายหลัก.....	82
4.6 ผลการเปรียบเทียบความล่าช้าที่จุดกลับรถโดยแบบจำลองสภาพจราจร กรณีก่อนการ ปรับปรุงเป็นจุดกลับรถแบบ Inner to Outer และหลังการปรับปรุงจุดกลับเป็นแบบ Inner to Inner.....	83
4.7 ผลการเปรียบเทียบความล่าช้าที่ทางแยก โดยแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และ หลังการปรับปรุงทางแยก.....	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.8 ผลการเปรียบเทียบความยาวแฉกคอยเฉลี่ยโดยแบบจำลองสภาพจรรยากรณ์ก่อน และหลังการปรับปรุงทางแยก.....	88



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การจำแนกประเภทของถนนตาม A Policy on Geometric Design of Highway and Streets, AASHTO.....	5
2.2 ภาพแสดงลักษณะพื้นที่.....	26
2.3 ตัวอย่าง Typical Cross-Section - สำหรับพื้นที่ชนบท (Rural Zone)	32
2.4 ตัวอย่าง Typical Cross-Section - สำหรับพื้นที่ชุมชน (Rural Town Zone)	32
2.5 ตัวอย่าง Typical Cross-Section - สำหรับพื้นที่เมือง (Urban Zone)	32
2.6 ตัวอย่างรูปแบบจุดกลับรถเกาะกลาง Inner to Outer.....	34
2.7 ตัวอย่างรูปแบบจุดกลับรถโดยใช้สัญญาณไฟจราจรควบคุม.....	34
2.8 ตัวอย่างรูปแบบทางแยกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร.....	36
2.9 ตัวอย่างรูปแบบทางแยกต่างระดับ.....	36
2.10 ตัวอย่างรูปแบบทางแยกเลียวย้ายเข้า - เลียวย้ายออก.....	37
2.11 Transition Zone study.....	38
2.12 ตัวอย่างรูปแบบจุดกลับรถเกาะกลาง Inner to Inner.....	40
2.13 ตัวอย่างรูปแบบจุดกลับรถลอดใต้สะพานบก (สะพานช่วงสั้น)	41
2.14 ตัวอย่างรูปแบบจุดกลับรถลอดใต้สะพาน ข้ามลำน้ำ.....	41
2.15 ตัวอย่างรูปแบบจุดกลับรถโครงสร้างสะพานเกือกม้า (U-turn Bridge)	42
2.16 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว กับ ปริมาณจราจร กับ ระดับการให้บริการ.....	53
2.17 สภาพการจราจรที่ระดับการให้บริการต่างๆ.....	55
3.1 แผนผังแนวการศึกษาและวิจัย.....	57
3.2 ตำแหน่งของโครงข่ายที่ได้รับการคัดเลือกในภาพรวมทั้งประเทศ.....	59
3.3 พื้นที่ทำการศึกษาลงหลวงหมายเลข 4 ช่วง กม.276+300 - กม.315+000 จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์.....	60
3.4 การเก็บปริมาณจราจรด้วยการบันทึกด้วยกล้องวิดีโอ.....	62
3.5 การตั้งค่าข้อมูลพื้นฐานสำหรับแบบจำลอง (Base Data for Simulation) โดยใช้โปรแกรม VISSIM	65
3.6 การสร้างโครงข่ายจราจร (Traffic Network Build) โดยใช้โปรแกรม VISSIM.....	66
3.7 การตั้งค่าตัวแปรในการประมวลผล (Simulation Parameters Setting) โดยใช้โปรแกรม VISSIM	66
3.8 การตั้งค่าการประเมินผลลัพธ์ของแบบจำลอง (Evaluations Configuration) โดยใช้โปรแกรม VISSIM.....	67
3.9 การประมวลผลแบบจำลอง (Simulation Run) โดยใช้โปรแกรม VISSIM.....	67
3.10 แนวคิดในการปรับปรุงประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก กรณีที่บนช่วงถนนทางหลวงสายหลัก มีปริมาณจราจรหนาแน่นเกิดเป็นลักษณะคอขวด ปรับปรุงขยายถนนทางหลวงสายหลัก หรือทางแยก.....	69
3.11 แนวคิดในการปรับปรุงประสิทธิภาพทางหลวงสายหลักกรณีบนช่วงถนนมีจุดกลับรถเดิม ที่รถมาตัดกระแสรถทางหลวงสายหลัก แบบ Inner to Outer ปรับปรุงเป็นจุดกลับรถ เปิดเกาะกลาง Inner to Inner.....	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.12 แนวคิดในการปรับปรุงประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก กรณีถนนสายหลักมีปริมาณจราจรผ่านเข้าสู่ทางแยกสูง ปรับปรุงจากทางแยกเดิมเป็นก่อสร้างทางต่างระดับที่ทางแยก หรือปิดทางแยกให้รถเลียวย้ายเข้า ซ้ายออก.....	70
4.1 ลักษณะทางกายภาพบนช่วงถนน.....	71
4.2 ลักษณะทางกายภาพบนทางแยก.....	72
4.3 ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน ทางแยกที่ 1.....	74
4.4 ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน ทางแยกที่ 2.....	75
4.5 ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนทางแยกที่ 3.....	76
4.6 แผนภาพรวมปริมาณจราจรบนช่วงถนนและทางแยก.....	77
4.7 แผนภาพรวมสัดส่วนยานพาหนะบนช่วงถนนทางหลวงหมายเลข 4 ในการสำรวจ.....	78
4.8 แผนภาพแสดงผลการสำรวจความเร็วในการสำรวจ.....	79
4.9 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบความเร็วในการเดินทางโดยแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และหลังการปรับปรุงขยายทางหลวงสายหลัก.....	81
4.10 แผนภูมิแสดงผลการเปรียบเทียบความหนาแน่นของการจราจร โดยแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และหลังการปรับปรุงขยายทางหลวงสายหลัก.....	82
4.11 แสดงระดับการให้บริการ (LOS) ความหนาแน่นของการจราจร (Density) โดยแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และหลังการปรับปรุงขยายทางหลวงสายหลัก.....	83
4.12 แผนภูมิแสดงผลการเปรียบเทียบความล่าช้าที่จุดกักขังโดยแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อนการปรับปรุงเป็นจุดกักขังแบบ Inner to Outer และหลังการปรับปรุงจุดกักขังเป็นแบบ Inner to Inner.....	84
4.13 แสดงระดับการให้บริการ (LOS) ความล่าช้าที่ทางแยก (Delay) โดยแบบจำลองสภาพจราจร กรณีก่อน และหลังการปรับปรุงทางแยก.....	86
4.14 แผนภูมิแสดงผลการเปรียบเทียบความล่าช้าที่ทางแยก โดยแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และหลังการปรับปรุงทางแยก.....	87
4.15 แผนภูมิแสดงผลการเปรียบเทียบความยาวแถวคอยเฉลี่ยโดยแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และหลังการปรับปรุงทางแยก.....	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทางหลวงสายหลัก เป็นโครงข่ายทางหลวงระดับประเทศและระดับภูมิภาค เป็นเส้นทางรองรับการเดินทางขนส่งของคนและสินค้าตามแนวเส้นทางโลจิสติกส์ของประเทศ โดยแนวเส้นทางดังกล่าวประกอบด้วย เส้นทางที่เชื่อมโยงจากจังหวัดต่าง ๆ ในภูมิภาคเข้าสู่จังหวัดที่เป็นเมืองศูนย์กลางของภูมิภาค และเชื่อมโยงระหว่างภูมิภาค ตลอดจนพื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษด้านการค้าชายแดนและโครงข่ายทางหลวงของประเทศเพื่อนบ้าน นอกจากนี้ ยังเชื่อมโยงกับสถานที่สำคัญ ด้านการเดินทางและขนส่งรูปแบบอื่น ทั้งทางบก ราง น้ำ และอากาศ เช่น สถานีขนส่ง สถานีรถไฟ ท่าอากาศยาน ท่าเรือ และศูนย์กลางการกระจายและขนส่งสินค้า เป็นต้น ดังนั้นเป้าหมายของการพัฒนา โครงข่ายทางหลวงสายหลัก จึงมุ่งเน้นที่การเดินทางและขนส่งที่มีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัย ลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์ของภาคการคมนาคมขนส่งทางถนน

จากการจำแนกลำดับชั้นถนนของกรมทางหลวงตามหลักเกณฑ์ที่เป็นสากล โครงข่ายทางหลวงสายหลักเป็นเส้นทางที่มีลำดับชั้นความสำคัญสูง เมื่อถนนได้เปิดบริการไปช่วงเวลาหนึ่ง จะเกิดการพัฒนาของสภาพแวดล้อมสองข้างทางหลวงเกิดการพัฒนาและขยายตัวของพื้นที่ชุมชนโดยรอบ เป็นปัจจัยให้ถนนมีปริมาณจราจรเพิ่มสูงขึ้น มีกิจกรรมทางเศรษฐกิจและการค้า เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรรมการเดินทาง และการใช้ประโยชน์ของที่ดินบริเวณ สองข้างทาง มีความต้องการทางเชื่อมเข้า-ออก จุดเปิดเกาะกลาง เกิดทางร่วม ทางแยก เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาจราจรติดขัด และปัญหาอุบัติเหตุรุนแรงบนทางหลวงสายหลัก จากปัจจัยเปลี่ยนแปลงดังกล่าว จึงต้องดำเนินการสำรวจประเมินประสิทธิภาพและความปลอดภัยของโครงข่ายทางหลวงสายหลัก เพื่อศึกษาวิเคราะห์สภาพถนนและองค์ประกอบที่ส่งผลกระทบต่อจราจรและความปลอดภัย สำหรับกำหนดแนวทางปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมตามหลักวิศวกรรม เพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการและความปลอดภัยของโครงข่าย เพื่อให้ทางหลวงสายหลักสามารถรองรับการเดินทางสัญจรของประชาชน ได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ในการเป็นเส้นทางเชื่อมโยงระหว่างจังหวัดและภูมิภาคต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อทราบแนวทางการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลักของโครงสร้างพื้นฐาน ช่วงถนน จุดตัด และทางแยก
2. เพื่อเปรียบเทียบตัวชี้วัดในแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และหลังปรับปรุงตามแนวคิดเพิ่มประสิทธิภาพของถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ผู้วิจัยทำการคัดเลือกพื้นที่ศึกษาที่เป็นถนนสายหลักมีทางแยกที่อยู่ในเขตชุมชนเมือง และเป็นทางแยกที่ยังไม่มีการก่อสร้างสะพานข้ามแยกหรือทางลอด มีปัญหาด้านการจราจรที่ติดขัดในช่วงเวลาชั่วโมงเร่งด่วน มีปริมาณจราจรที่สูงบนช่วงถนน โดยได้คัดเลือกเป็นพื้นที่ บริเวณทางหลวงหมายเลข 4 ช่วง กม.276+300 - กม.315+000 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

1.3.2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน (Mid-Block Classified Counts) การสำรวจปริมาณจราจรบริเวณทางแยก (Turning Movement Count) และลักษณะทางกายภาพต่างๆ โดยดำเนินการสำรวจ 1 วัน ในวันทำงาน (วันอังคาร ที่ 20 สิงหาคม พ.ศ. 2566) และใช้ปริมาณจราจร ในชั่วโมงเร่งด่วน 1 ชม. ในการใช้เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถนนในดัชนีชี้วัดต่างๆ

1.3.3 แนวคิดการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพของโครงสร้างพื้นฐาน

ผู้วิจัยได้กำหนดแนวคิดการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพไว้ให้ในแนวทางที่คิดว่าเหมาะสมให้ครอบคลุม ในแต่ละโครงสร้างพื้นฐานที่เกิดขึ้นบนช่วงถนน จุดตัดทางแยก และจุดกลับรถ โดยมี 3 กรณีดังนี้

1. กรณีที่บนช่วงถนนทางหลวงสายหลักมีปริมาณจราจรหนาแน่นเกิดเป็นลักษณะคอขวด ปรับปรุงขยายถนนทางหลวงสายหลัก หรือทางแยก
2. กรณีบนช่วงถนนมีจุดกลับเดิมที่รถมาตัดกระแสจราจรทางหลวงสายหลัก ปรับปรุงเป็นจุดกลับรถเกาะกลาง Inner to Inner
3. กรณีถนนสายหลักมีปริมาณจราจรผ่านเข้าสู่ทางแยกสูง ปรับปรุงจากทางแยกเดิมเป็นก่อสร้างทางต่างระดับที่ทางแยก

1.3.4 เครื่องมือในการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจร

ผู้วิจัยจะใช้ โปรแกรม PTV VISSIM 7 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคและใช้ข้อมูลที่เคยมีการศึกษาจากหน่วยงานต่างๆเป็นแนวทางในการศึกษา

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบแนวทางการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลักของโครงสร้างพื้นฐาน ช่วงถนน จุดตัด และทางแยก
2. ทราบผลการเปรียบเทียบตัวชี้วัดความเร็วในการเดินทาง และความหนาแน่นของการจราจร โดยแบบจำลองสภาพจราจร กรณีก่อน และหลังการปรับปรุงขยายทางหลวงสายหลัก
3. ทราบผลการเปรียบเทียบตัวชี้วัดความล่าช้าที่จุดกลับรถโดยแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และหลังการปรับปรุงจุดกลับรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทราบผลการเปรียบเทียบตัวชี้วัดความล่าช้าที่ทางแยก และความยาวแฉกคโดยแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และหลังการปรับปรุงทางแยก

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงแนวความคิดการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพของโครงสร้างพื้นฐาน ช่วงถนน และจุดตัดทางแยก
2. โครงข่ายทางหลวงมีประสิทธิภาพตามคุณลักษณะของทางหลวงตรงตามทางหลวงสายหลัก
3. สามารถนำไปประเมินแนวทางในการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลักในพื้นที่ใกล้เคียงเคียงกันได้
4. สามารถนำไปวางแผนการพัฒนาในเชิงนโยบายของหน่วยงานรัฐได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทบทวนงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีด้านจราจรของถนนสายหลัก แนวทางในการปรับปรุงถนนสายหลัก และการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค เพื่อนำหลักการและวิธีการมาประยุกต์ใช้ในการศึกษานี้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ทางหลวงสายหลัก

2.1.1 การจำแนกประเภททางหลวง

นายกิติพงษ์ ประพันธ์อนุรักษ์ ได้สรุปการจำแนกประเภททางหลวงว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการสื่อสารที่ตรงกันระหว่างวิศวกรผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ดำเนินงานรวมทั้งสาธารณชนทั่วไป กระบวนการและวิธีการจำแนกประเภททางหลวง จะมีความแตกต่างกันไป ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่จะนำไปใช้งานที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ทั้งในชนบทนอกเมืองและในเขตชุมชนเมือง โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การจำแนกตามระบบการบริหารจัดการ (Operation System) การจำแนกประเภททางหลวงตามการบริหารจัดการ จะเป็นการแสดงให้เห็นถึงหน่วยงานที่รับผิดชอบกำกับดูแล จัดหางบประมาณในการสำรวจ ออกแบบ ก่อสร้างและบูรณะซ่อมแซมแซมเพื่อการบำรุงรักษาสภาพเส้นทางให้อยู่ในสภาพดี สะดวกและมีความปลอดภัยในการใช้ เช่น กรมทางหลวงชนบท มีหน้าที่รับผิดชอบทางหลวงชนบท เป็นต้น

2. การจำแนกตามหน้าที่การให้บริการ (Functional Classes) การจำแนกประเภททางหลวงตามหน้าที่การให้บริการ จะเป็นการจัดรวมกลุ่มทางหลวง โดยพิจารณาถึงลักษณะและหน้าที่ของการให้บริการ เพื่อวัตถุประสงค์เดียวกันหรือใช้ในการวางระบบขนส่งและโครงข่ายทางหลวง เช่น การจำแนกประเภททางหลวงเป็นระบบหมายเลข ยกตัวอย่างเช่น ทางหลวงที่มีหมายเลข 1 หลัก หรือ 2 หลัก เป็นทางหลวงสายประธาน เป็นต้น

3. การจำแนกตามรูปทรงเรขาคณิต (Geometric Types) การจำแนกประเภททางหลวงโดยใช้ลักษณะของการออกแบบตามรูปทรงเรขาคณิตเป็นหลัก ก็จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการกำหนดตำแหน่งและกระบวนการ วิธีในการออกแบบ เช่น กรมทางหลวง มีมาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงทั่วประเทศ ยกตัวอย่าง มาตรฐานการออกแบบชั้นทางพิเศษ ต้องมีปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน มากกว่า 8,000 คัน/วัน

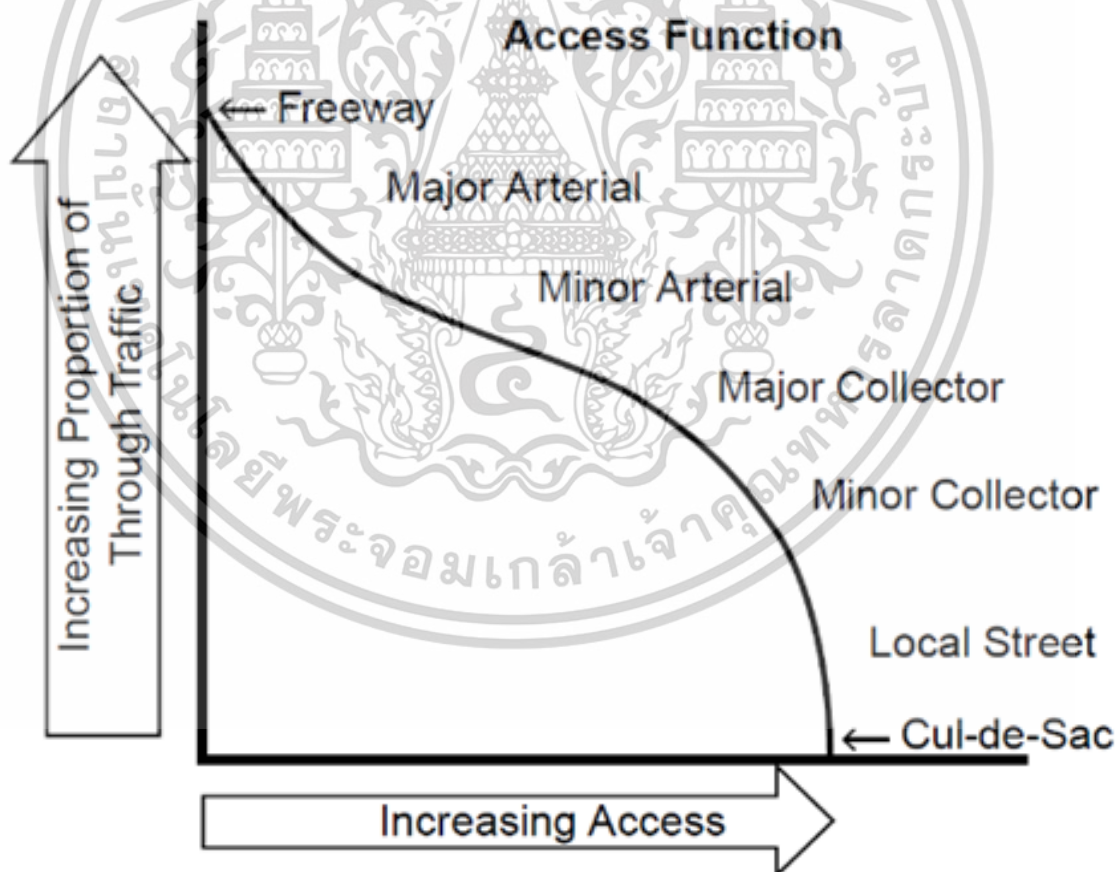
2.1.2 การจำแนกประเภททางหลวงตามมาตรฐานสากล

หลักเกณฑ์หรือวิธีการจำแนกทางหลวงตามมาตรฐานสากล มีอยู่หลายประเทศทั่วโลกที่มีการจำแนกประเภททางหลวง เช่น วิธีการของ Federal Highway Administration M50 FHWA เป็นหน่วยงานหลักในกระทรวงการขนส่งของสหรัฐอเมริกา วิธีการของ The Roads Working Group เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ทางกรมการขนส่งของสหรัฐอเมริกา มีอยู่ชุดหนึ่งใช้กันอย่างแพร่หลาย ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือ RWG เกิดจากความร่วมมือของประเทศออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ โดยมีวิธีการจำแนกตาม The National Association of Australian State Road Authorities หรือ NAASRA ปัจจุบัน เปลี่ยนเป็น AUSTRROADS วิธีการของ New Zealand หรือ NZ วิธีการของ Victoria หรือ VIC เป็นต้น จากที่กล่าวมา มีความสอดคล้องกับวิธีของ American An Association of State Highway and Transportation Officials หรือ AASHTO ซึ่งจะได้นำมาเป็นแนวทางศึกษาการกำหนดเกณฑ์สำหรับการวิจัยต่อไป

1. วิธีการของ American Association of State Highway and Transportation Officials หรือ AASHTO (2018)

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO, 2018) ได้ทำการจำแนกถนนเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาตามการให้ความสำคัญระหว่างการเคลื่อนที่ (Mobility) และการเข้าถึงพื้นที่ (Accessibility) โดยถนนประเภทต่าง ๆ ที่ถูกจำแนกแสดง ดังรูปที่ 2.1 โดยจำแนกถนนออกเป็น 3 ประเภทหลัก ดังนี้ ถนนสายหลัก (Arterials) ถนนสายรอง (Collectors) ถนนสายย่อย (Local Roads)



รูปที่ 2.1 การจำแนกประเภทของถนนตาม A Policy on Geometric Design of Highway and Streets, AASHTO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 ถนนสายหลัก (Arterial Roads) เป็นถนนที่มีบทบาทในการรองรับการเดินทางระยะไกลระหว่างเมืองหรือภูมิภาค โดยเฉพาะในกรณีของการขนส่งสินค้าและการเดินทางระหว่างเมืองใหญ่ ถนนประเภทนี้มักจะมีปริมาณการจราจรสูง และการออกแบบจะให้ความสำคัญกับความเร็วในการเดินทาง (mobility) มากกว่าการเข้าถึงพื้นที่ (accessibility)

คุณสมบัติของถนนสายหลัก ถนนสายหลักมีการจำกัดทางเข้าออก (access control) เพื่อลดการหยุดชะงักความเร็วของการจราจร จุดตัด (intersections) น้อย มีจำนวนช่องจราจรหลายช่อง และมีการออกแบบให้รองรับการเคลื่อนที่ในระยะทางยาวได้อย่างต่อเนื่อง

บทบาทของถนนสายหลัก ถนนประเภทนี้ทำหน้าที่เชื่อมโยงเมืองและภูมิภาคต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้การขนส่งสินค้าระหว่างเมือง หรือการเดินทางไปยังพื้นที่สำคัญ เช่น ศูนย์กลางการค้า การท่องเที่ยว หรือการบริหารของรัฐบาลสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว

ตัวอย่างของถนนสายหลักในประเทศไทย ได้แก่ ทางหลวงหมายเลข 1 (พหลโยธิน) ซึ่งเชื่อมต่อกรุงเทพฯ กับภาคเหนือของประเทศไทย และ ทางหลวงหมายเลข 4 (เพชรเกษม) ที่เชื่อมกรุงเทพฯ กับภาคใต้

1.2 ถนนสายรอง (Collectors) คือ ถนนที่ทำหน้าที่รับรถจากถนนสายหลัก แล้วส่งเข้าสู่ถนนสายย่อย เพื่อส่งเข้าสู่หมู่บ้าน ชุมชน หรือจุดหมายปลายทางต่อไป หรือรวบรวมจากถนนสายย่อยเพื่อส่งเข้าสู่ถนนสายหลักต่อไป โดยการให้บริการของถนนจะให้ความสำคัญกับทั้งความคล่องตัวในการเดินทางและการเข้าถึงพื้นที่ เท่าๆ กัน จึงมีปริมาณการจราจรน้อยกว่าถนนสายหลัก แต่มากกว่าถนนสายย่อย โดยสรุปคือ ถนนภายในจังหวัดเชื่อมระหว่างอำเภอหรือตำบล

คุณสมบัติของถนนสายรอง ถนนประเภทนี้มักมีการออกแบบให้มีช่องจราจรหลายช่องในบางช่วงและอาจมีการจราจรที่ช้าลงในบางพื้นที่ เพื่อให้สามารถรองรับทั้งการขนส่งสินค้าระยะกลางและการเข้าถึงพื้นที่ชนบทหรือชุมชน

บทบาทของถนนสายรอง ถนนสายรองจะทำหน้าที่เชื่อมต่อถนนสายหลักกับถนนสายย่อย เพื่อให้การเดินทางจากถนนสายหลักเข้าสู่พื้นที่อื่น ๆ ได้สะดวกมากขึ้น

ในประเทศไทย ถนนสายรองมักเชื่อมต่อระหว่างอำเภอหรือตำบล เช่น ถนนสายรองที่เชื่อมต่อระหว่างจังหวัดในภาคเหนือที่มุ่งไปยังภาคกลาง

1.3 ถนนสายย่อย (Local Roads) คือ ถนนสายสั้นๆ ที่ให้บริการผู้ใช้เส้นทางในการเดินทางเข้าสู่ชุมชน หรือหมู่บ้าน โดยที่มีความคล่องตัวในการเดินทางน้อย จึงมีปริมาณการจราจรน้อยกว่าถนนสายหลักและถนนสายรอง โดยทำหน้าที่รับรถจากถนนสายรอง เพื่อส่งเข้าสู่หมู่บ้าน ชุมชน หรือจุดหมายปลายทาง โดยสรุปคือ ถนนภายในตำบลเชื่อมระหว่างหมู่บ้าน

คุณสมบัติของถนนสายย่อย ถนนประเภทนี้มักจะมีช่องจราจรน้อยหรือเพียงช่องทางเดียว เนื่องจากการใช้งานมีปริมาณการจราจรต่ำ มีความเร็วในการเดินทางที่ต่ำกว่าถนนสายหลักและถนนสายรอง

บทบาทของถนนสายย่อย ถนนสายย่อยมีบทบาทในการเชื่อมโยงหมู่บ้าน ชุมชน หรือสถานที่บริการต่าง ๆ เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล และศูนย์การค้าในระดับท้องถิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างของถนนสายย่อยในประเทศไทยคือ ถนนที่ใช้ภายในตำบลหรือหมู่บ้าน ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมโยงไปยังถนนสายรอง

การจำแนกประเภทของถนนตาม AASHTO ไม่เพียงแต่ช่วยให้การออกแบบถนนมีความเหมาะสมกับหน้าที่ของแต่ละประเภท แต่ยังช่วยให้การวางแผนโครงข่ายทางหลวงและการจัดการจราจรมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในบริบทของประเทศไทยที่มีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างรวดเร็ว การเข้าใจลักษณะและหน้าที่ของถนนแต่ละประเภทเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาระบบการขนส่งที่สามารถรองรับการขยายตัวของประชากรและการเติบโตทางเศรษฐกิจได้

2. วิธีการของทางหลวงอาเซียน (ASEAN Highway)

วิธีการนี้มีความสอดคล้องกับวิธีการของทางหลวงเอเชีย จากการดำเนินงานของคณะผู้เชี่ยวชาญด้านทางหลวงอาเซียนในระหว่าง ปี พ.ศ. 2540-2542 ได้มีการลงนามบันทึกความเข้าใจระดับรัฐมนตรี ว่าด้วยการพัฒนาโครงการทางหลวงอาเซียน มีข้อสรุปในการจำแนกประเภททางหลวงอาเซียนออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.1 Primary เป็นทางหลวงสายหลักที่ใช้เส้นทางได้เฉพาะรถยนต์เท่านั้น รถจักรยานยนต์ รถจักรยาน และคนเดินเท้าไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้เส้นทางควบคุมการต่อเชื่อมเส้นทางอย่างเข้มงวด การต่อเชื่อมเส้นทาง ทำได้เฉพาะที่เป็นทางแยกต่างระดับเท่านั้น ยวดยานบนเส้นทางจะใช้ความเร็วสูงๆ เป็นทางหลวงขนาด 4 ช่องจราจรหรือมากกว่า แบ่งทิศทางการจราจรด้วยเกาะกลาง ผิวจราจรจะต้องเป็นผิวแอสฟัลท์หรือคอนกรีต

2.2 Class I มีข้อจำกัดในการต่อเชื่อมเส้นทางน้อยกว่าประเภท Primary เป็นทางหลวงขนาด 4 ช่องจราจรหรือมากกว่า แบ่งทิศทางการจราจรด้วยเกาะกลาง ผิวจราจรจะต้องเป็นผิวแอสฟัลท์หรือคอนกรีต

2.3 Class II ทำหน้าที่ในการกระจายและรวบรวมการจราจรไปสู่เส้นทางที่มีลำดับชั้นสูงกว่า มีความสามารถที่จะรองรับปริมาณการจราจรระดับปานกลางโดยทั่วไปจะมีขนาด 2 ช่องจราจร ผิวจราจรจะต้องเป็นผิวแอสฟัลท์หรือคอนกรีต

2.4 Class: III ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อหมู่บ้านรอบนอกกับศูนย์กลางเมืองหรือพื้นที่ต่างๆ ภายในขอบเขตชุมชนเมืองเดียวกัน มีความสามารถที่จะรองรับปริมาณการจราจรได้น้อย โดยทั่วไปจะมีขนาด 2 ช่องจราจร แต่จะมีขนาดช่องจราจร และไหล่ทางแคบกว่า Class II ผิวจราจรอย่างน้อยจะต้องเป็นผิว Double Bituminous Surface Treatment

การจำแนกประเภททางหลวงอาเซียนเทียบกับมาตรฐานการจำแนกประเภททางหลวงตามมาตรฐานสากล ดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การจำแนกประเภททางหลวงอาเซียนกับมาตรฐานสากล

ประเภทชั้นทาง	การจำแนกประเภททางหลวงตามมาตรฐานสากล
Primary	Principal / Major Arterial System
Class I	Minor Arterial System
Class II	Major Collector Roads
Class III	Minor Collector Roads

ที่มา: อ้างอิงจาก สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวงชนบท (2554)

2.1.3 การจำแนกประเภททางหลวงในประเทศไทย

1. ทางหลวงตามพระราชบัญญัติทางหลวง (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2549

ปัจจุบันระบบการบริหารโครงข่ายทางหลวง สำหรับประเทศไทยได้มีการปรับปรุง การจำแนกประเภททางหลวงใหม่ ตามพระราชบัญญัติทางหลวง (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2549 มาตรา 6 ทางหลวงมี 5 ประเภท ดังนี้

1.1 ทางหลวงพิเศษ คือ ทางหลวงที่จัดหรือทำไว้เพื่อให้การจราจรผ่านได้ตลอดรวดเร็วเป็นพิเศษ ตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดและได้ลงทะเบียนไว้เป็นทางหลวงพิเศษโดยกรมทางหลวงเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้าง ขยาย บูรณะและบำรุงรักษา รวมทั้งควบคุมให้มีการเข้าออกได้เฉพาะ โดยทางเสริมที่เป็นส่วนหนึ่งของทางหลวงพิเศษตามที่กรมทางหลวงจัดทำขึ้นเท่านั้น

1.2 ทางหลวงแผ่นดิน คือ ทางหลวงสายหลักที่เป็นโครงข่ายเชื่อมระหว่างภาคจังหวัด อำเภอ ตลอดจนสถานที่ที่สำคัญ ที่กรมทางหลวงเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้าง บูรณะ และบำรุงรักษา และได้ลงทะเบียนไว้เป็นทางหลวงแผ่นดิน

1.3 ทางหลวงชนบท คือ ทางหลวงที่กรมทางหลวงชนบทเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้างขยาย บูรณะและบำรุงรักษา และได้ลงทะเบียนไว้เป็นทางหลวงชนบท

1.4 ทางหลวงท้องถิ่น คือ ทางหลวงที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้าง ขยาย บูรณะและบำรุงรักษา และได้ลงทะเบียนไว้เป็นทางหลวงท้องถิ่น

1.5 ทางหลวงสัมปทาน คือ ทางหลวงที่รัฐบาลได้ให้สัมปทาน ตามกฎหมายว่าด้วยทางหลวงที่ได้รับสัมปทาน และได้ลงทะเบียนไว้เป็นทางหลวงสัมปทาน

กระทรวงคมนาคมดำเนินการปรับปรุงกฎหมาย ว่าด้วยทางหลวงเพื่อให้สอดคล้องกับประกาศทางหลวงตามมาตรฐานสากล และสอดคล้องกับกฎหมายการกระจายอำนาจ หากเปรียบเทียบพระราชบัญญัติทางหลวงฉบับนี้กับการจำแนกประเภททางหลวงตามมาตรฐานสากล พบว่ามีความสอดคล้องกันและหน่วยงานที่รับผิดชอบ ไม่เกิดความซ้ำซ้อนในภารกิจทำให้เกิดความชัดเจนทั้งประเภททางหลวง และหน่วยงานรับผิดชอบ อีกทั้งยังสอดคล้องกับกฎหมายการกระจายอำนาจด้วย รายละเอียดดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การจำแนกประเภททางหลวงตาม พ.ร.บ. ทางหลวง (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2549 กับ
มาตรฐานสากล

ประเภททางหลวง	ประเภททางหลวงตามมาตรฐานสากล	หน่วยงานรับผิดชอบ
ทางหลวงพิเศษ	Freeway	กรมทางหลวง
ทางหลวงแผ่นดิน	Arterial Street	กรมทางหลวง
ทางหลวงชนบท	Collectors Road	กรมทางหลวงชนบท
ทางหลวงท้องถิ่น	Local Road	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
ทางหลวงสัมปทาน	Freeway	กรมทางหลวง

ที่มา: อ้างอิงจาก สมชาย ชะนะภัย (2552)

2. ระบบทางหลวงแผ่นดินของกรมทางหลวง

กรมทางหลวงมีภารกิจตามอำนาจหน้าที่ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านทางหลวงให้มีโครงข่ายสมบูรณ์ครอบคลุมทั่วประเทศและเชื่อมโยงกับต่างประเทศ เสนอนโยบายและแผนพัฒนาทางหลวง ควบคุมและดำเนินการก่อสร้างบูรณะและบำรุงรักษาทางหลวงพิเศษ ทางหลวงแผ่นดินและทางหลวงสัมปทาน รวมถึงศึกษา วิเคราะห์ วิจัยและพัฒนา จัดทำมาตรฐานและข้อกำหนดเกี่ยวกับงานทาง พัฒนาบุคลากรและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในระดับสากล ตลอดจนกำกับตรวจตราควบคุมทางหลวงและงานทางในความรับผิดชอบ ให้เป็นไปตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่ออำนวยความสะดวกรวดเร็วและปลอดภัยในทางหลวงทั่วประเทศ ได้แบ่งระบบทางหลวงแผ่นดินออกเป็น 3 ระบบ คือ

2.1 ทางหลวงสายประธาน (Primary Highway)

เป็นทางหลวงสายหลักเชื่อมระหว่างภาคต่อภาคหรือจังหวัดต่อจังหวัดทำให้การจราจรต่อเนื่องกันได้เป็นระยะทางไกลๆ ทางระบบนี้แต่เดิมใช้ชื่อเรียก เช่น สายเหนือเรียกถนนพหลโยธิน สายตะวันออกเรียกถนนสุขุมวิทและสายใต้เรียกถนนเพชรเกษม แต่ต่อมาเพื่อให้เข้ากับมาตรฐานสากลจึงได้เปลี่ยนเป็นหมายเลขแทน โดยใช้เลขหลักเดียวและสองหลัก เช่น

สาย 1 คือ สายเหนือ

สาย 2 คือ สายตะวันออกเฉียงเหนือ

สาย 3 คือ สายตะวันออก

สาย 4 คือ สายใต้

สำหรับเลขสองหลักใช้สำหรับทางที่อยู่ในภาคนั้นๆ โดยขึ้นต้นด้วยตัวเลขที่แสดงภาค เช่น ทางหลวงหมายเลข 11 เป็นทางจากลำปางไปลำพูน เป็นต้น

2.2 ทางหลวงสายรองประธาน (Secondary Highway)

เป็นทางหลวงที่เชื่อมระหว่างสายประธานทำให้เกิดโครงข่ายการเดินทางติดต่อกันทั่วทุกภาคของประเทศ ทางระบบนี้ใช้ตัวเลขสามหลัก และขึ้นต้นด้วยตัวเลขแสดงภาคเช่นกัน เช่น ทางสาย 201 เป็นทางอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากอำเภอหนองบัวลำภูไปอำเภอวังสะพุง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ทางหลวงจังหวัด (Provincial Roads)

เป็นทางหลวงภายในจังหวัดใช้ติดต่อระหว่างจังหวัดกับอำเภอ หรือระหว่างอำเภอกับอำเภอ ตำบลกับตำบลด้วยกัน ทางเหล่านี้เชื่อมต่อกับสายประธานและรองประธาน เพื่อป้องกันการจราจร หรือผลิตผลเข้าสู่ทางสายหลัก หมายเลขทางใช้เลขสี่หลักขึ้นต้นด้วยตัวเลขแสดงภาค เช่น 4056 อยู่ภาคใต้ เป็นทางจากอำเภอยี่หองไปอำเภอสุโขทัย เป็นต้น

ระบบทางหลวงแผ่นดินของกรมทางหลวง เป็นการจำแนกตามหน้าที่การให้บริการหากเทียบกับมาตรฐานสากลจะได้ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การจำแนกประเภททางหลวงแผ่นดินของกรมทางหลวงกับมาตรฐานสากล

ระบบทางหลวง	การจำแนกตามระบบหมายเลข	การจำแนกประเภททางหลวงตามมาตรฐานสากล
สายประธาน	หนึ่งหลัก และ สองหลัก	Principal / Major Arterial System
สายรองประธาน	สามหลัก	Minor Arterial System
ทางหลวงจังหวัด	สี่หลัก	Major Collector Roads

ที่มา: สรุปจาก ณรงค์ กุลหลาบ (2543)

2.1.4 การจำแนกลำดับชั้นถนนของหน่วยงานในประเทศไทย

ระบบของการแบ่งประเภทของถนน หรือทางหลวงออกเป็นกลุ่ม ๆ หรือการจำแนกทางหลวงเป็นลำดับชั้น ตามชนิดหรือรูปแบบหน้าที่ของการให้บริการทางหลวงเส้นทางนั้น ๆ มีความจำเป็นที่จะต้องจัดทำให้เป็นไปอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับความคาดหวังของทั้งจากผู้ใช้ทาง (Road Users) และเจตนาของหน่วยงานภาครัฐที่ออกแบบและควบคุมกำกับดูแลโครงข่ายทางหลวง (Road Authorities) ตัวอย่างเช่น หน้าที่ของถนนขนาดเล็กในชุมชนท้องถิ่น ย่อมมีหน้าที่ในการให้บริการต่างไปจากทางหลวงแผ่นดินสายประธานที่เชื่อมโยงโครงข่ายทางหลวงระหว่างภูมิภาคของประเทศ เป็นต้น ดังนั้น นโยบาย การวางแผน การออกแบบ และการบริหารจัดการด้านต่างๆ ของถนนทั้งสองประเภทดังกล่าวย่อมมีความแตกต่างกัน ดังนั้น ถนนที่ดีควรจะต้องมีการถูกจัดลำดับชั้น กำหนดบทบาท (Role) และหน้าที่ (Function) ในการให้บริการของถนนสายทางอย่างเหมาะสมบนโครงข่ายทางหลวง

ทางหลวงแผ่นดิน ในประเทศไทยในภาพรวมจะมีการ 3 แนวทางหลักๆ ด้วยกัน คือ การจำแนกตามหน่วยงานที่รับผิดชอบและกำกับดูแล (Administrative Classification) การจำแนกตามบทบาทของทางหลวง (Link Role Classification) การจำแนกตามปริมาณจราจรเพื่อกำหนดมาตรฐานชั้นทาง (Usage Classification)

1. การจำแนกตามหน่วยงานรับผิดชอบและกำกับดูแล กรมทางหลวง (Department of Highways, DOH) ดูแลรับผิดชอบทางหลวงแผ่นดิน โดยหมายเลขทางหลวงแผ่นดินกำกับหมายเลขจะมีตั้งแต่ 1 หลัก จนถึง 4 หลัก โดยพื้นฐานทั่วไปแล้ว จำนวนหลักที่น้อย เช่น 1 - 2 หลัก แสดงถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงส่วนต่าง ๆ ของประเทศ เป็นเส้นทางหลักในการเดินทาง ไปยังภูมิภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่าง ๆ ของประเทศ ซึ่งเรียกกันว่า ทางหลวงแผ่นดินสายประธานสำหรับทางหลวง 3 และ 4 หลัก เป็นทางหลวงแผ่นดินสายรอง และสายย่อย ตามลำดับ เป็นโครงข่ายทางหลวงที่กระจายการเดินทางจากระดับจังหวัดไปยังอำเภอ และระหว่างอำเภอไปยังอำเภอ เป็นต้น ทางหลวงที่นอกเขตเมืองอื่น ๆ ที่ไม่ได้ดูแลรับผิดชอบโดยกรมทางหลวงส่วนใหญ่แล้ว จะเป็นการรับผิดชอบดูแลโดยกรมทางหลวง (Department of Rural Roads, DRR) สำหรับถนนที่อยู่พื้นที่เขตเมือง หรือชุมชนท้องถิ่น จะเป็นทางหลวงท้องถิ่น ที่กำกับดูแลโดยหน่วยงานปกครองท้องถิ่นนั้น ๆ เช่น อบจ. อบต. เทศบาล และ กรุงเทพมหานคร เป็นต้น

2. การจำแนกตามบทบาทของทางหลวง (Link Role Classification) การจำแนกถนนประเภทนี้ ถือว่าเป็นแนวทางหลักที่ถูกนำมาใช้จำแนกลำดับชั้นทางหลวงแผ่นดินในประเทศไทย ซึ่งเป็นที่ทราบโดยผู้ใช้ทางทั่วไป คือ ทางหลวงแผ่นดินสายประธาน (เลข 1 หลัก) ทางหลวงแผ่นดินสายประธานภายในภูมิภาค (เลข 2 หลัก) ทางหลวงแผ่นดินสายรอง (เลข 3 หลัก) และทางหลวงแผ่นดินสายย่อย (เลข 4 หลัก) จะสังเกตได้ว่า หลักเกณฑ์หรือแนวทางในการพิจารณาลำดับชั้นของถนนนั้น พิจารณาจากบทบาทของทางหลวงแผ่นดินเส้นทางการนั้น ว่ามีความเชื่อมโยงโครงข่ายไปยังพื้นที่ภายในประเทศระดับใด ถ้ามีบทบาทในการเชื่อมโยง ระดับภูมิภาค หรือเชื่อมโยงหลาย ๆ จังหวัด เป็นเส้นทางระยะทางที่ยาว จะถูกพิจารณาว่าเป็น ทางหลวงแผ่นดินสายประธาน ใช้หมายเลขทางหลวง 1-2 หลัก ถ้ามีบทบาทในการเชื่อมโยง ระดับจังหวัด และระดับอำเภอ จะถูกพิจารณา เป็นทางหลวงแผ่นดินสายรองและสายย่อย ตามลำดับ

3. การจำแนกตามการใช้งาน (Usage Classification) การจำแนกลำดับชั้นของถนนตามการใช้งาน คือ การพิจารณาปริมาณจราจรที่มาใช้ทางหลวงแผ่นดินสายทางนั้นๆ ซึ่งในปัจจุบันได้พิจารณาจากค่าปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดทั้งปี (AADT) ในการจำแนกลำดับชั้นของทางหลวงแผ่นดิน ตามมาตรฐานชั้นทาง ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 5 ชั้นทาง 1 ชั้นพิเศษ 1 เขตเมือง และ 1 ทางคู่ขนาน

ซึ่งจากทั้ง 3 แนวทางในการจำแนกลำดับชั้นที่มีอยู่ พบว่า รูปแบบการจำแนกลำดับชั้นทางหลวงตามบทบาทของการเชื่อมโยงที่อาศัยหมายเลขทางหลวงเป็นตัวกำหนด และ การจำแนกลำดับชั้นทางหลวงตามการใช้งาน เพื่อกำหนดมาตรฐานชั้นทางหลวงที่เหมาะสม เป็น 2 แนวทางหลัก แต่เนื่องด้วยความซับซ้อนของโครงข่ายทางหลวงที่เพิ่มขึ้น ผนวกกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้วิธีการจำแนกลำดับชั้นถนนในโครงข่ายทางหลวงที่กล่าวมาข้างต้นนั้นไม่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

สำหรับรูปแบบการจำแนกลำดับชั้นถนนในต่างประเทศ โดยทั่วไปแล้วจะพิจารณาตามหน้าที่ (Road function) ของการให้บริการทางหลวงเส้นทางการนั้น ๆ ซึ่งจะต้องจัดทำให้เป็นไปอย่างเหมาะสม มีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับความคาดหวังของทั้งจากผู้ใช้ทาง และเจตนาของหน่วยงานภาครัฐที่ออกแบบและควบคุมกำกับดูแล (Road Athonites) โครงข่ายทางหลวงนั้น ๆ โดยหลักการจำแนกลำดับชั้นชั้นที่สำคัญมี 3 แนวทาง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การจำแนกลำดับชั้นของถนนตามหน้าที่การใช้งาน (Functional Classification System)

การจำแนกลำดับชั้นถนนตามหน้าที่ เป็นแนวทางที่ถูกนำมาใช้อย่างเป็นทางการในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นเวลายาวนานกว่า 50 ปี และในหลากหลายประเทศทั่วโลกได้อาศัยหลักการดังกล่าวนำไปประยุกต์เพื่อจัดลำดับชั้นของถนนในประเทศของตน การจำแนกลำดับชั้นรูปแบบนี้ จะมีการกำหนดหน้าที่ของถนนออกเป็น 2 หน้าที่หลัก คือ เอื้อต่อการสัญจร และ เอื้อต่อการเข้าถึงที่ดิน จากนั้นถนนเส้นทางต่าง ๆ ถูกแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก คือ Arterial, Collector, และ Local ดังนั้น เมื่อถนนมีการกำหนดหน้าที่การใช้งานอย่างเหมาะสมแล้ว ผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น นักวางแผน วิศวกรการออกแบบถนน หรือการจัดสรรงบประมาณต่างๆ เช่น การก่อสร้าง การติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความสะดวก การซ่อมบำรุง และอื่น ๆ จะสามารถทำได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

ในภาพรวมอาจกล่าวได้ว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกลำดับชั้นของถนนตามหน้าที่ ลักษณะของถนนสายหลักที่รองรับการเดินทางที่มีระยะทางไกลๆ ปริมาณจราจรมาก จะมีการออกแบบถนนที่มีขนาดใหญ่และจำนวนช่องจราจรที่มากขึ้น และเมื่อถนนมีขนาดใหญ่ การใช้ความเร็วในการเดินทางก็จะสามารถทำได้สูงขึ้น และเพื่อให้กระแสรถราจรบนทางสายหลักยังวิ่งได้ด้วยความเร็วและมีความสม่ำเสมอ ดังนั้น จึงมีการควบคุมการเข้าถึง (Controlled Access) หรือแนวทางในการแยกถนนที่เน้นการสัญจร ออกจากพื้นที่ย่านชุมชน

อย่างไรก็ตามการจำแนกลำดับชั้นถนนตามหน้าที่นั้นมีข้อจำกัดของอยู่ด้วยกันหลายประการตัวอย่างเช่น หลักการดังกล่าวได้มีการคิดค้นมาเวลายาวนาน ซึ่งรูปแบบและพฤติกรรมในการเดินทางในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากเมื่อเทียบกับอดีตที่ผ่านมา ไม่ว่าจะเป็นระบบขนส่งสาธารณะ และรูปแบบของการเดินทางที่ไม่มุ่งเน้นการใช้เครื่องยนต์ เช่น การเดินเท้า การใช้จักรยานมีมากยิ่งขึ้น การจำแนกลำดับถนนตามหน้าที่ยังไม่ได้สะท้อนถึงสิ่งเหล่านี้ ดังนั้นข้อจำกัดต่างๆที่เกิดขึ้นของการจำแนกลำดับถนนตามหน้าที่ สรุปได้ดังนี้

- ความสำคัญของสถานที่ (Place) ที่มีผลต่อรูปแบบของการเดินทาง ไม่ได้ถูกนำมาพิจารณา
- การแบ่งรูปแบบของถนน ออกเป็น 3 ประเภทหลักๆ อาจจะเป็นการรวมกลุ่มรูปแบบของถนนที่ใหญ่เกินไป ซึ่งความเป็นจริงอาจ ถนนอาจมีหลากหลายรูปแบบหลัก เช่น ถนนในพื้นที่เขตเมือง อาจมีหลากหลายรูปแบบ
- การจำแนกถนนตาม เขตเมือง (Urban) และนอกเมือง (Rural) นั้น อาจจะเป็นการจำแนกสภาพแวดล้อมที่กว้างจนเกินไป ซึ่งในความเป็นจริง สภาพแวดล้อมข้างทาง (Context) อาจมีหลากหลายรูปแบบและส่งผลกระทบต่อรูปแบบของพฤติกรรมการเดินทาง
- การใช้จำนวนประชากรเป็นปัจจัยหลัก ในการแยกเขตเมืองและนอกเขตเมือง เพียงปัจจัยเดียวอาจไม่มีความเพียงพอ
- ไม่มีการคำนึงถึง รูปแบบการเดินทาง (Mode) รูปแบบอื่น ไม่ว่าจะเป็น คนเดินเท้า หรือจักรยานซึ่งเป็นรูปแบบการเดินทางที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขาดการพิจารณาการเชื่อมต่อการเดินทางกับรูปแบบการเดินทางชนิดอื่น เช่น ระบบราง เป็นต้น

2. การจำแนกลำดับชั้นของถนนตามหลักการ Expanded Functional Classification System (Expanded FCS)

การจำแนกลำดับชั้นถนนตามหลักการของ Expanded FCS นั้น จะพบว่ามี การปรับเปลี่ยน การจำแนกประเภทถนนออกเป็น 2 มิติ คือ ในส่วนของประเภทของถนน (Roadway Type) และ สภาพแวดล้อม (Context) สำหรับประเภทถนนยังคงแบ่งเป็น Principal Arterial, Minor Arterial, Collector และ Local ซึ่งจะมีความใกล้เคียงกับ Functional Classification รูปแบบเดิม ความแตกต่างอยู่ที่ถนนประเภท Collector จะไม่มีการแยกเป็นชั้นย่อย (Major/Minor) และใน ส่วนของ สภาพแวดล้อม (Context) ได้มีการเพิ่มหลากหลายรูปแบบมากขึ้น จากเดิมที่พิจารณาเพียง เขต เมือง และนอกเขตเมือง และอาศัยปัจจัยจำนวนประชากรเป็นหลักเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ส่วน Expanded FCS นั้น มีการแยกสภาพแวดล้อมเป็น 2 รูปแบบด้วยกัน คือ Rural, Rural Town, Suburban, Urban และ Urban Core และปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณามีหลากหลายมากขึ้น เช่น ความหนาแน่นการใช้ที่ดิน การค้าขายริมทาง โอกาสมีการจอดรถหรือคนเดินเท้า การใช้ประโยชน์ที่ดินหลายหลาย (Mixed Land Uses) ย่านพาณิชยกรรม ย่านที่พักอาศัย ระยะเวลาของการใช้ประโยชน์ที่ดินจากเขตทาง (Setbacks) จำนวนอาคารสูง เป็นต้น อย่างไรก็ตามถนนที่ถูกจำแนกแต่ ละรูปแบบนั้น ยังคงมีการระบุระดับของการเชื่อมต่อการสัญจร (Mobility) และระดับของการเข้าถึง พื้นที่ (Accessibility) อยู่ในแต่ละลำดับชั้นถนน ส่วนที่มีการเพิ่มเติมเข้ามา คือ ความเร็วในการใช้ เส้นทาง (Operating Speed) การกำหนดระดับการแบ่งแยกเส้นทางสัญจรกับทางจักรยาน ระดับ ปริมาณคนเดินเท้าเพื่อการจัดสรรพื้นที่ให้แก่คนเดินเท้าหรือกิจกรรมริมทางอย่างเหมาะสม

จะเห็นได้ว่าระบบการจำแนกลำดับชั้นถนนตามหลักการของ Expanded FCS มีการ ปรับปรุงในหลากหลายส่วนที่ครอบคลุมมากยิ่งขึ้นกว่าระบบเดิม มีการคำนึงถึงผู้ใช้ทางรูปแบบอื่น ทั้ง คนเดินเท้า และจักรยาน และการใช้ระบบการ Overlay ในการเพิ่มการพิจารณาปัจจัยด้านอื่นๆ เช่น เพื่อตอบสนองนโยบายการพัฒนาโครงข่ายต่างๆ กำหนดเส้นทางขนส่งสินค้า การเชื่อมโยงกับสถานที่ สำคัญต่างๆ สามารถกล่าวได้ว่า การปรับปรุงแนวทางการจำแนกลำดับชั้นถนนรูปแบบใหม่นี้ สามารถแก้ไขจากรูปแบบ FCS รูปแบบเดิมได้ดีมากยิ่งขึ้น โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกลำดับชั้น ถนนที่เหมาะสมจะส่งผลช่วยให้ทั้งการวางแผนการออกแบบ ก่อสร้าง และการบริหารจัดการ ถนนใน แต่ละลำดับชั้นเป็นไปได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตามข้อควรพิจารณาของ Expanded FCS นั้น มีดังต่อไปนี้ การจำแนก สภาพแวดล้อม โดยอาศัยปัจจัยที่หลากหลายตัวประกอบ แต่ละปัจจัยดังกล่าวไม่ได้มีเกณฑ์ชี้วัดที่ระบุ ปริมาณที่ชัดเจนลงไป อาจส่งผลให้การตัดสินใจในระดับสภาพแวดล้อมขึ้นกับดุลพินิจของแต่ละบุคคลได้ (Subjective) และการอาศัยภาพเป็นแนวทางในอ้างอิงของการจำแนกสภาพแวดล้อมในหลายหลาย พื้นที่หรือเมืองอาจมีสภาพที่แตกต่างกันมาก

การจำแนกประเภทของถนน ที่อาศัยตัวแปรด้านหน้าที่หลัก 2 ตัว คือ Mobility และ Accessibility นั้น เพื่อแบ่งถนนออกเป็น Arterial, Collector, และ Local นั้น ยังควรมีการพิจารณา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการของความสำคัญในด้านการเชื่อมโยงของโครงข่าย (Connectivity) ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

การจำแนกลำดับชั้นของถนน ไม่ได้มีการพิจารณาในการการเชื่อมโยงไปยังสถานที่สำคัญ (Important Places) หรือการเชื่อมต่อกับรูปแบบการเดินทางหรือการขนส่งรูปแบบอื่น เช่น ระบบราง เป็นต้น การใช้ Overlay เพื่อที่จะปรับประเภทของถนนควรมีการแนะนำที่ชัดเจนมากขึ้น

3. การจำแนกลำดับชั้นของถนนตามหลักการ "Link & Place"

หลักการจำแนกตาม Link & Place จะมีการพิจารณา 2 มิติ เป็นตารางจำแนกลำดับชั้นชั้นถนนโดยแกนตั้งแทนลำดับความสำคัญของถนนหรือของเส้นทาง ที่เรียกว่า Link เส้นทางที่รองรับการเชื่อมโยงการขนส่งระดับประเทศ ระดับภูมิภาค หรือเส้นทางที่สำคัญต่อเศรษฐกิจสูง จะถูกให้ความสำคัญกว่าเส้นเส้นทางที่อยู่ในเขตเมืองขนาดเล็ก เป็นต้น และสำหรับแกนนอนแทนลำดับความสำคัญของสถานที่ และการใช้ประโยชน์ที่ดินริมเส้นทาง เรียกว่า Place ลำดับความสำคัญจะพิจารณาสถานที่ที่มีความสำคัญระดับประเทศ และลดลำดับลงไปเรื่อย ๆ จนถึงระดับเมือง เป็นต้น

เนื่องด้วยเบื้องต้นหลักการนี้เป็นการจำแนกลำดับชั้นถนนในเขตเมือง จึงมีพื้นฐานแนวคิดที่ว่าการออกแบบถนนนั้นควรพิจารณาจากระดับความต้องการของผู้คน (People) ก่อนที่จะพิจารณาเวดยานพาหนะ อย่างไรก็ตามแนวทางระบบได้มีการคิดถึงความสัมพันธ์ของผู้ใช้ทางต่างๆ ประกอบการพิจารณาทั้งในมุมของความต้องการของคนเดินเท้า และความต้องการด้านการสัญจร ที่ค่อนข้างเท่าเทียมกัน ซึ่งถือว่าเป็นข้อดีของการจำแนกลำดับชั้นระบบนี้ นอกจากนี้แนวทางนี้ยังช่วยให้ทั้ง วิศวกรผู้ออกแบบ ในการมีส่วนกำหนดหน้าที่ของถนน และนักวางแผนในการ มีส่วนในการจัดลำดับความสำคัญของสถานที่ อย่างเท่าเทียมและแนวทางนี้ยังส่งเสริมให้ประชาชนสามารถมีโอกาสร่วมรับทราบและแสดงความคิดเห็นต่อการรูปแบบการออกแบบสูงยิ่งขึ้น

ข้อจำกัดของการจำแนกลำดับชั้นถนนรูปแบบนี้ มีหลายแง่แง่มุมด้วยกัน ดังนี้

- มีการระบุรายละเอียดค่อนข้างน้อย ในส่วนของการจัดลำดับความสำคัญของเส้นทางด้านการเชื่อมโยงของโครงข่าย (Connectivity) ประสิทธิภาพของการจราจร (Efficiency)
- ในด้านการความสำคัญของสถานที่ (Place) สถานที่ที่มีความสำคัญระดับเดียวกัน เช่น สถานที่สำคัญระดับประเทศ เหมือนกัน 2 แห่ง อาจมีจำนวนผู้คนหรือคนเดินเท้าหรือความต้องการจราจรข้างทางแตกต่างกันมาก ส่งผลให้การออกแบบอาจต้องมีความแตกต่างกันได้
- ความซับซ้อนในการจัดลำดับความสำคัญของสถานที่ที่มีค่อนข้างมาก ถ้าเปรียบเทียบกับการศึกษาสภาพแวดล้อม เขตเมือง และเขตนอกเมือง เป็นต้น
- การจัดลำดับชั้นที่มุ่งเน้นเส้นทาง และสถานที่สำคัญ อาจถูกส่งเสริมให้มีการพัฒนาที่ดี และสูงกว่าเส้นทางหรือสถานที่รองๆลงมา ดังนั้นเส้นทางถนนที่สำคัญน้อย ระดับสถานที่น้อย อาจถูกให้ความสำคัญที่ลดลง และถูกจำกัดด้านงบประมาณลงไป ชุมชนท้องถิ่นอาจได้รับความสนใจน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทบทวนแนวทางการจำแนกลำดับชั้นทั้ง 3 หลักการพบว่า สามารถนำข้อดีของแต่ละแบบมาประยุกต์ใช้ในการจำแนกลำดับชั้นทางหลวงแผ่นดินของประเทศไทยได้อย่างเหมาะสม โดยที่ประเด็นที่นำมาใช้ในการพิจารณามีดังต่อไปนี้

- มิติในการพิจารณาจำแนกลำดับชั้นทางหลวงนั้น ควรได้รับการพิจารณาใน 2 มิติหลัก คือ มิติของระดับของความเชื่อมโยงของทางหลวง (Level of Connectivity) และสภาพแวดล้อมหรือการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Context) โดยแสดงอยู่ในรูปของตาราง

- บทบาทการเชื่อมโยง (Link Role) และ หน้าที่ (Function) ควรมีความชัดเจนทางหลวงทุกเส้นทางเพื่อการจัดลำดับชั้นอย่างสอดคล้องและเหมาะสม

- สภาพแวดล้อมพื้นที่ข้างทาง (Context) ควรมีการจำแนกรายละเอียดที่มากกว่าเขตเมือง (Urban) และนอกเขตเมือง (Rural)

- ควรมีการคำนึงถึง ผู้ใช้ทาง ที่อาศัยรูปแบบการเดินทางอื่นๆ ที่มีความแตกต่างด้านการใช้ความเร็ว เช่น คนเดินเท้า หรือจักรยาน เป็นต้น

นอกจากแนวทางสำคัญหลักที่กล่าวมาข้างต้น ได้มีการเพิ่มเติมประเด็นอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบริบทของประเทศ เช่น

- ควรมีการประยุกต์ปรับปรุงลำดับชั้น เพื่อตอบสนองยุทธศาสตร์การกระจายความเจริญของเมืองในภูมิภาค

- รูปการเชื่อมโยงของโครงข่ายถนน (Connectivity) ควรมีการพิจารณาส่งเสริมให้ลำดับความสำคัญของการเดินทางระหว่างภูมิภาคกับภูมิภาคมากยิ่งขึ้น

- มีการพิจารณาถึงระดับความสำคัญของสถานที่หรือจุดหมายปลายทางสำคัญ (Important Destinations) หรือการเชื่อมโยงกับการเดินทางรูปแบบอื่นๆ เช่น สนามบินนานาชาติ ท่าเรือเขตอุตสาหกรรม สถานที่ท่องเที่ยวหลัก หรือเขตเศรษฐกิจพิเศษ

- สนับสนุนส่งเสริม พัฒนา และเชื่อมโยงโครงข่ายทางหลวง รองรับการเป็นศูนย์กลางของประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน และส่งเสริมการเชื่อมโยงด้านการค้าแดนการเชื่อมโยงกับโครงข่ายของรูปแบบการเดินทางประเภทอื่นๆ เช่น ระบบราง หรือการเชื่อมโยงกับโครงข่ายทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง เป็นต้น

แนวทางการจำแนกลำดับชั้นทางหลวงแผ่นดินแนวทางใหม่นั้น ควรจะสามารถตอบสนองหรือสะท้อนในบริบทต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น

2.1.5 นิยาม คุณลักษณะ และวัตถุประสงค์ ของทางหลวงแต่ละลำดับชั้น

สำนักแผนงาน กรมทางหลวง และมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้ศึกษาและทำการจัดลำดับชั้นถนนทางหลวงของประเทศไทยออกเป็น 4 ลำดับชั้น ซึ่งจำแนกตามคุณลักษณะ หน้าที่ และความสำคัญของทางหลวงเส้นนั้น ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทางหลวงลำดับชั้นที่ 1 (Link 1)

เป็นทางหลวงแผ่นดินสายประธาน เป็นเส้นทางหลักบนโครงข่ายทางหลวงแผ่นดินที่มีความสำคัญต่อการเดินทาง และการขนส่ง รวมถึงเศรษฐกิจในระดับประเทศมีการเชื่อมโยงการเดินทางระหว่างภูมิภาคต่าง ๆ รวมถึงการเชื่อมโยงกับโครงข่ายทางหลวงประเทศเพื่อนบ้าน และยังรวมไปถึงการเชื่อมโยงไปยังสถานที่สำคัญระดับประเทศ เช่น สนามบินนานาชาติ ท่าเรือเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ เป็นต้น หรือไปสู่ประตูการค้าหลักระหว่างประเทศ บนโครงข่ายทางหลวงเอเชียและอาเซียน มีความคล่องตัวในการเดินทางสูงเป็นทางหลวงที่เอื้อต่อการสัญจรเป็นอันดับแรก และเอื้อต่อการเข้าถึงที่ดินค่อนข้างน้อย และมีการควบคุมการเข้าถึงแบบบางส่วน มีความสามารถในการรองรับปริมาณจราจรสูง และส่วนใหญ่เป็นการจราจรผ่านตรงที่มีระยะทางการเดินทางที่ยาววิ่งข้ามระหว่างจังหวัด ลักษณะการไหลของการจราจรเป็นการไหลแบบไม่ถูกขัดจังหวะ ยกเว้นที่ทางแยกหลัก ระดับของการรบกวนกระแสจราจรทางตรงอยู่ในระดับที่น้อย เป็นเส้นทางที่รองรับภาคการขนส่ง ดังนั้น จึงมีปริมาณและสัดส่วนรถบรรทุกขนาดใหญ่บนเส้นทางสูง มีความคาดหวังในการใช้ความเร็วในการเดินทางที่สูง ควรมีสัญญาณจราจรหรือการจราจรผ่านตรงน้อยความเร็วในการออกแบบ 90-120 กม./ชม. ในขณะที่ความเร็วที่ใช้บนสายทางเฉลี่ยจะอยู่ระหว่าง 90-110 กม./ชม. มีลักษณะเป็นเส้นทางที่ยาวและมีความต่อเนื่อง เป็นเส้นทางหลักในการกระจายหรือเชื่อมโยงกับโครงข่ายทางหลวงในลำดับชั้นที่ 1 หรือ 2 มีการควบคุมการเข้าถึงค่อนข้างสูง ควรเป็นทางหลวงที่มีการแบ่งทิศทางการจราจรด้วยมเกาะกลาง และมีจำนวนช่องจราจรอย่างน้อย 4 ช่องจราจรขึ้นไป คุณภาพและมาตรฐานชั้นทางสูงมาก

มีการจำแนกลำดับชั้นย่อย แยกออกเป็น 2 ลำดับชั้นย่อย ได้แก่ ทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้นที่ 1 (เอก) [Link (Major)] ทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้นที่ 1 (โท) [Link I (Minor)]

2. ทางหลวงลำดับชั้นที่ 2 (Link 2)

เป็นทางหลวงแผ่นดินสายรองประธาน เป็นเส้นทางหลักของโครงข่ายทางหลวงภายในภูมิภาคที่เชื่อมโยงการเดินทางระหว่างเมืองศูนย์กลางของภูมิภาค กับ จังหวัดต่าง ๆ หรือระหว่างจังหวัดต่าง ๆ ภายในภูมิภาคนั้น ๆ หรือ เป็นเส้นทางเชื่อมโยงกับ ทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้นที่ 1 (Link I) เพื่อกระจายการเดินทางไปยังจังหวัดต่าง ๆ ก่อให้เกิดโครงข่ายการให้บริการอย่างสมบูรณ์ และทั่วถึงเพื่อเป็นโครงข่ายเส้นทางหลวงแผ่นดินเส้นทางหลัก และยังรวมไปถึงเส้นทางที่เชื่อมไปยังสถานที่สำคัญระดับภูมิภาค เป็นทางหลวงที่มีหน้าที่ในการเอื้อต่อการสัญจรหรือคล่องตัวสูงกว่าการเอื้อต่อการเข้าถึงที่ดิน มีการควบคุมการเข้าถึงแบบบางส่วนปริมาณจราจรบนเส้นทางค่อนข้างสูง มีความสามารถในการรองรับปริมาณจราจรระดับปานกลางถึงสูง (โดยทั่วไปประมาณ 8,000 - 20,000 คันต่อวัน) และมีการจราจรผ่านตรงค่อนข้างมาก ลักษณะการไหลของการจราจรเป็นแบบถูกขัดจังหวะ จุดตัดทางแยกหลักเป็นระดับพื้นดินควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจรเป็นส่วนใหญ่ ระดับของการรบกวนกระแสจราจรทางตรงอยู่ในระดับไม่สูงมากนัก มีปริมาณรถบรรทุกทุกบนเส้นทางพอสมควร มีความคาดหวังในการใช้ความเร็วในการเดินทางที่ค่อนข้างสูง ความเร็วในการออกแบบ 90-100 กม./ชม. ในขณะที่ความเร็วที่ใช้บนเส้นทางเฉลี่ยจะอยู่ระหว่าง 90-100 กม./ชม. มีลักษณะเป็นเส้นทางที่ค่อนข้างยาวและมีความต่อเนื่อง เป็นเส้นทางหลักในการเชื่อมโยงกับทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้นที่ 1 และยังเป็นเส้นทางที่ใช้เชื่อมโยงกับโครงข่ายทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้นที่ 3 หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่ไปยังประชาชนด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงข่ายทางหลวงแผ่นดินในระดับจังหวัด มีการควบคุมการเข้าถึงบางส่วน โดยลักษณะทางหลวงควรเป็นทางหลวงอย่างน้อย 4 ช่องจราจร สำหรับทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้นที่ 2 (เอก) ควรมีเกาะกลางเพื่อแบ่งแยกทิศทางการจราจรคุณภาพและมาตรฐานชั้นทางสูง

มีการจำแนกลำดับชั้นย่อย แยกออกเป็น 2 ลำดับชั้นย่อย ได้แก่ ทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้นที่ 1 (เอก) [Link (Major)] ทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้นที่ 1 (โท) [Link I (Minor)]

3. ทางหลวงลำดับชั้นที่ 3 (Link 3)

เป็นทางหลวงแผ่นดินสายหลัก เป็นโครงข่ายเส้นทางหลวงหลักภายในจังหวัด ที่เชื่อมโยงการเดินทางระหว่างอำเภอต่าง ๆ ที่อยู่ในจังหวัด หรือเป็นเส้นทางที่เชื่อมโยงกับทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้นที่ 2 (Link II) ในการกระจายพื้นที่การให้บริการของทางหลวงไปยังสถานที่สำคัญระดับจังหวัด อีกทั้งรวมถึงเส้นทางเชื่อมโยงกับ Link II ในการกระจายพื้นที่การให้บริการของทางหลวง ไปยังสถานที่สำคัญระดับจังหวัด เพื่อให้เกิดโครงข่ายทางหลวงที่สมบูรณ์ มีหน้าที่ในการเอื้อต่อการสัญจรและคล่องตัวสูงกว่า การเข้าถึงที่ดินเป็นเส้นทางที่จะมีความถี่ของการเชื่อมโยงโครงข่ายจำนวนทางแยก และทางเชื่อม และระดับการรวบรวมกระแสจราจรทางตรงค่อนข้างมากมีการควบคุมการเข้าถึงบางส่วนในบางพื้นที่ ปริมาณจราจรบนเส้นทางปานกลาง โดยทั่วไปปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) อยู่ระหว่าง 2,500 - 8,000 คันต่อวัน ลักษณะการไหลของการจราจรเป็นแบบถูกขัดจังหวะ ปริมาณรถบรรทุกบนเส้นทางมีไม่มากนัก ความเร็วในการออกแบบ 90 กม./ชม. ในขณะที่ความเร็วที่ใช้บนเส้นทางเฉลี่ยจะอยู่ระหว่าง 80-90 กม./ชม. มีลักษณะเป็นเส้นทางไม่ยาวมากนัก เชื่อมโยงอำเภอต่าง ๆ ภายในจังหวัด เป็นเส้นทางในการเชื่อมโยงกับทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้นที่ 2 หรือลำดับชั้นที่ 3 ด้วยกัน และยังเป็นเส้นทางที่ใช้เชื่อมกับทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้นที่ 4 เพื่อเป็นการขยายพื้นที่การให้บริการไปสู่พื้นที่ หรือชุมชนอย่างครอบคลุมและเกิดเป็นโครงข่ายที่สมบูรณ์อาจมีการควบคุมการเข้าถึงบางส่วนในบางพื้นที่ โดยลักษณะทางหลวงโดยมากจะเป็น 2 ช่องจราจร ที่คุณภาพและมาตรฐานชั้นทางอยู่ในระดับสูง ถึง ปานกลาง

4. ทางหลวงลำดับชั้นที่ 4 (Link 4)

ทางหลวงแผ่นดินสายรอง เป็นโครงข่ายทางหลวงในระดับอำเภอ ที่เชื่อมโยงการเดินทางระหว่างตำบลต่าง ๆ ที่อยู่ภายในอำเภอ หรือเส้นทางที่ขยายจากทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้นที่ 3 (Link II) เพื่อกระจายพื้นที่การให้บริการของโครงข่ายทางหลวงให้มีความครอบคลุมพื้นที่ที่ค่อยต่าง ๆ ในจังหวัดนั้น ๆ นอกจากนั้น อันทางหลวงแผ่นดินที่รองรับการเชื่อมโยงกับโครงข่ายถนนของหน่วยงานอื่นๆ หรือเข้าถึงสถานที่ท่องเที่ยว หรือ พื้นที่ป่าไม้และอุทยาน เป็นต้น มีหน้าที่ทั้งในการเอื้อต่อการสัญจรและการเข้าถึงที่ดินในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน เป็นเส้นทางที่จะมีความถี่ของการเชื่อมโยงโครงข่ายจากทางหลวงประเภทอื่นมาก จำนวนทางแยกและทางเชื่อมสูงระดับการรวบรวมกระแสจราจรทางตรงจึงมีมาก มีการควบคุมการเข้าถึงน้อยปริมาณจราจรบนเส้นทางน้อย โดยทั่วไปปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) น้อยกว่า 2,500 คันต่อวัน ลักษณะการไหลของการจราจรเป็นแบบถูกขัดจังหวะ ปริมาณรถบรรทุกบนเส้นทางมีไม่มากนัก ความเร็วในการออกแบบ 90 กม./ชม. ในขณะที่ความเร็วที่ใช้บนเส้นทางเฉลี่ยจะอยู่ระหว่าง 50-60 กม./ชม. เขตชุมชน และ 80-90 กม./ชม. นอกเขตชุมชน มีลักษณะเป็นเส้นทางไม่ยาวมาก การเชื่อมโยงกับทางหลวงแผ่นดินไม่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิน 2 ลำดับชั้น ระดับการควบคุมการเข้าถึงน้อยโดยลักษณะทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้นนี้ โดยมากจะเป็น 2 ช่องจราจร ที่คุณภาพและมาตรฐานชั้นทางอยู่ในระดับปานกลาง หากเป็นถนนเข้าสู่แหล่งท่องเที่ยวอาจมีข้อจำกัดด้านกายภาพ เขตทางและสิ่งแวดล้อม

นิยาม คุณลักษณะ และวัตถุประสงค์ ของทางหลวงแต่ละลำดับชั้นสรุปไว้ดัง ตารางที่ 2.5 แสดงความสัมพันธ์ของคุณลักษณะ หน้าที่ และความสำคัญของทางหลวงลำดับชั้นต่างๆ โดยได้นิยามทางหลวงลำดับชั้นที่ 1 (Link 1) และทางหลวงลำดับชั้นที่ 2 (Link 2) ให้เป็นโครงข่ายทางหลวงสายหลักของประเทศ

ตารางที่ 2.4 คุณลักษณะ หน้าที่ และความสำคัญของทางหลวงลำดับชั้นทางหลวง

ลำดับชั้น (CLASS)	พื้นที่เชื่อมโยง	หน้าที่ด้านการสัญจร (Mobility)	หน้าที่ด้านการเข้าถึง (Accessibility)	การควบคุมการเข้าใช้	ลักษณะทางแยก	
Link 1	เอก	ภูมิภาค/เมืองหลักระหว่างภูมิภาค	เชื่อมต่อการสัญจรสูงสุด	เข้าถึงพื้นที่ดินน้อย	มีการควบคุมค่อนข้างมาก	ทางแยกต่างระดับ/ระดับพื้นดินมีสัญญาณไฟจราจรน้อยมีเฉพาะทางแยกหลัก
	โท		เชื่อมต่อการสัญจรปานกลาง	เข้าถึงพื้นที่ดินน้อย-ปานกลาง		
Link 2	เอก	เมืองหลัก-เมืองรอง/พื้นที่สำคัญในภูมิภาค เป็นโครงข่ายต่อเนื่อง	เชื่อมต่อการสัญจรสูงสุด	เข้าถึงพื้นที่ดินน้อย - ปานกลาง	มีการควบคุม	ทางแยกต่างระดับ/ระดับพื้นดินมีสัญญาณไฟปริมาณมากกว่า Link 1
	โท					
Link 3	เชื่อมโยงพื้นที่ระดับอำเภอ/พื้นที่สำคัญระดับจังหวัด/เส้นทางเชื่อมโยง Link 2	เชื่อมต่อการสัญจรปานกลาง	เข้าถึงพื้นที่ดินปานกลาง	ในพื้นที่ที่จำเป็นมีการควบคุมแบบบางส่วน	ทางแยกระดับพื้นดิน/ มีสัญญาณไฟปริมาณมาก	
Link 4	เชื่อมโยงพื้นที่เข้าตำบล ชุมชนขนาดเล็ก/เฉพาะพื้นที่/เส้นทางเชื่อมโยง Link 2	เชื่อมต่อการสัญจรปานกลาง	เข้าถึงพื้นที่ดินปานกลาง	ในพื้นที่ที่จำเป็นมีการควบคุมแบบบางส่วน	ทางแยกระดับพื้นดิน/ มีสัญญาณไฟมาก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 คุณลักษณะ หน้าที่ และความสำคัญของทางหลวงลำดับชั้นทางหลวง (ต่อ)

ลำดับชั้น		ปริมาณจราจรเฉลี่ย/วัน (ADT)	คุณลักษณะระยะและประเภทเดินทาง	ลักษณะการไหลจราจร	ความเชื่อมโยงสถานี	การใช้งาน (เส้นทางขนส่งสินค้าหลัก)	ความเร็ว ออกแบบ (กม./ชม.)	ความเร็ว ที่ใช้จริงเฉลี่ย (กม./ชม.)
Link 1	หลัก	> 20,000 (สูง)	ระยะทางยาว/เดินทางระหว่างเมือง/การจราจรผ่านตรงมาก	การไหลแบบไม่ถูกขัดจังหวะ ยกเว้นที่ทางแยกหลัก	Inter มุล ค่าขาย/การเดินทางสูง	เส้นทางขนส่งสินค้าหลัก	90 – 120	90 – 110
	รอง							
Link 2	หลัก	8,000 – 20,000 (ค่อนข้างสูง)	ระยะทางค่อนข้างยาว/เดินทางระหว่างเมือง/การจราจรผ่านตรงมาก	การไหลแบบถูกขัดจังหวะ	Inter มุล ค่าขาย/การเดินทางต่ำ-ปานกลาง	เส้นทางขนส่งสินค้าหลัก	90 – 100	80 – 100
	รอง							
Link 3		2,500 – 8,000 (ปานกลาง)	ระยะทางปานกลาง/ การจราจรผ่านตรงและท้องถิ่น	การไหลแบบถูกขัดจังหวะ	ท่าเรือขนาดเล็กภายในประเทศ	เชื่อมต่อเส้นทางหลัก	90	70 – 90

ตารางที่ 2.4 คุณลักษณะ หน้าที่ และความสำคัญของทางหลวงลำดับชั้นทางหลวง (ต่อ)

ลำดับชั้น		ปริมาณจราจรเฉลี่ย/วัน (ADT)	คุณลักษณะระยะและประเภทเดินทาง	ลักษณะการไหลจราจร	ความเชื่อมโยงสถานี	การใช้งาน (เส้นทางขนส่งสินค้าหลัก)	ความเร็ว ออกแบบ (กม./ชม.)	ความเร็ว ที่ใช้จริงเฉลี่ย (กม./ชม.)
Link 4		< 2,500 (ต่ำ)	ระยะทางสั้น/การจราจรท้องถิ่นส่วนใหญ่	การไหลแบบถูกขัดจังหวะ	เชื่อมโยงต่อเนื่องจาก Link อื่นเข้าพื้นที่เฉพาะ (ขนาดเล็ก)	เชื่อมต่อเส้นทางหลัก	90	50 – 90

*ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน ที่มีการแนะนำจากการทบทวนการศึกษาในต่างประเทศ

**ความเร็วเฉลี่ย เป็นผลที่ได้จากการสำรวจ การใช้ความเร็วที่ 85th Percentile ของโครงการศึกษาความเร็วปลอดภัยบนทางหลวง เพื่อการกำหนดความเร็วที่เหมาะสม

2.2 รูปแบบการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก

2.2.1 แนวคิดในการออกแบบทางหลวงสายหลัก

นายปฏิเวชวุฒิศักดิ์ สุขชี (2023) ได้ศึกษาแนวคิดการออกแบบทางหลวงสายหลักที่ได้มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับประเทศไทยไว้ เพื่อตอบสนองความต้องการของสังคมไทย และยกระดับมาตรฐาน ความปลอดภัยในการใช้ถนนในปัจจุบัน ผู้ออกแบบควรมีหลักแนวคิดและ วิธีการออกแบบ (Conceptual Design) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 สภาพพื้นที่และภูมิประเทศ ศึกษาสำรวจสภาพพื้นที่ ภูมิประเทศ วิถีชีวิตและลักษณะการอยู่อาศัย ของชุมชน ประกอบกับโครงการขนาดใหญ่ของรัฐที่มีอยู่ในปัจจุบันและ ที่จะดำเนินการในอนาคต ซึ่งจะเกิดผลกระทบต่อทางหลวงและชุมชน หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ที่ดิน (Land use)

2.2 ข้อมูลปริมาณการจราจรและพฤติกรรมการเดินทาง ศึกษาวิเคราะห์ปริมาณการจราจร ชนิดหรือประเภท ของยานพาหนะ และพฤติกรรมของผู้ใช้ทางหลวง โดยสำรวจข้อมูล ปริมาณการจราจร ชนิดและประเภทของยานพาหนะที่ตัดผ่านทางหลวง รวมทั้งพฤติกรรม และรูปแบบการเดินทางของประชาชนในพื้นที่ รวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่ เกี่ยวข้องในการวางแผนด้านการจราจรและขนส่ง หากเป็นเมืองขนาดใหญ่ ควรทำการศึกษาแบบจำลอง 4 ขั้นตอน (4-Step Transport Modelling) ประกอบพิจารณาการออกแบบทางหลวงนั้นด้วย

2.3 ระบบโครงข่ายถนน สำรวจระบบโครงข่ายถนน ที่เป็นเส้นทางเชื่อมโยงถึงกัน ของถนนทุก ประเภท โดยเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพ สภาพสองข้างทาง และ การกำหนดชั้นทาง (Road Hierarchy) ของถนนทุกเส้นทาง

2.4 การระบายน้ำ ศึกษาสำรวจข้อมูลพื้นที่รับน้ำ (Catchment Area) แม่น้ำ ลำคลอง ต่างๆ โดยพิจารณาให้ครอบคลุมพื้นที่อิทธิพลของมวลน้ำทั้งหมด เพื่อ คำนวณออกแบบการระบายน้ำในภาพรวมทั้งระบบ ทั้งบริเวณที่น้ำไหลหลาก (Flood Area) และ จุดที่น้ำไหลผ่านถนน โดยคำนวณออกแบบ อาคารระบายน้ำ สะพาน ท่อเหลี่ยม ร่องรับมวลน้ำที่ไหลผ่านถนนสาย หลักนั้น พร้อมทั้งคำนวณออกแบบ อาคารระบายน้ำ และส่วนประกอบ เพื่อป้องกันความเสียหายของถนนที่อาจจะเกิดขึ้นจากการกัดเซาะของ น้ำไว้ด้วย

2.5 การกำหนดจุดตัดบนทางหลวง วิเคราะห์ระบบโครงข่ายถนนและการจราจรที่เกี่ยวข้อง พฤติกรรมผู้ใช้ ทาง รูปแบบการเดินทางของประชาชนในพื้นที่ วิเคราะห์การจราจร โดยนำทฤษฎีกระแสจราจร (Traffic Flow Theory) มาประยุกต์ใช้ กำหนดจุดตัดกับทางหลวง เพื่อให้เกิดความสมดุลในการเชื่อมชุมชน และมีความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ (Accessibility) อย่างเหมาะสม

2.6 การออกแบบบริเวณทางแยก คำนวณออกแบบทางแยกที่เหมาะสมและคุ้มค่า โดยออกแบบทางแยก จุดตัด ทางข้ามหรือทางลอด ด้วยการให้คะแนนเปรียบเทียบรูปแบบ ต่างๆ และพิจารณาคัดเลือกเลือกรูปแบบอย่างเหมาะสมให้มากที่สุด พร้อมทั้งออกแบบการระบายน้ำ (Drainage system) การป้องกันการ กัดเซาะเชิงลาด (Slope protection) และออกแบบก่อสร้างทางขนาน (Frontage roads) เพื่อเชื่อมระบบถนนให้ผู้ใช้เส้นทางสามารถเข้าถึง พื้นที่ได้อย่างสะดวก ตัวอย่างเช่น ออกแบบก่อสร้างทางขนานสำหรับ รถขนาดเล็กหรือทางจักรยานยนต์ ก่อสร้างทางขนานที่ร่วรงสวนกันได้ เป็นต้น เพื่อเพิ่มศักยภาพในการเข้าถึงพื้นที่ และหลีกเลี่ยงการก่อสร้าง จุดตัดทางแยกระดับเดียวกัน (At Grade Intersection)

2.7 วางแผนระบบการจราจร ออกแบบทางสายหลักให้มีลักษณะ Ideal Condition หรือส่งเสริมให้ การไหลของกระแสจราจรที่ผู้ขับขี่สามารถทำความเร็วได้อิสระ อย่าง ต่อเนื่อง (Free Flow Speed and Uninterrupted Flow) เกิด Mobility ที่มีความปลอดภัย ออกแบบ กำหนดการเชื่อมเส้นทางที่ตัด ผ่านทางสายหลัก หรือเส้นทางเชื่อมต่อไปสู่ชุมชน เพื่อให้ผู้ใช้เส้นทางมี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสะดวกและปลอดภัย โดยลักษณะการออกแบบเส้นทางต่างๆ เหล่านี้ต้องสอดคล้องตามพฤติกรรม และรูปแบบการเดินทางในวิถี ชีวิตของชุมชนนั้นให้มากที่สุด

2.8 การจัดระบบการจราจรและการตรวจสอบทางถนน จัดระบบการจราจรให้เหมาะสมกับประเภทเส้นทาง ยานพาหนะ และวิถี ชีวิตของชุมชน เพื่อให้มีความสอดคล้องลงตัวและสมดุล โดยอาจจะใช้ อุปกรณ์เครื่องมือช่วยอำนวยความสะดวก หรือใช้เทคโนโลยีต่างๆ มาช่วยในการอำนวยความสะดวก และส่งเสริมความปลอดภัย พร้อมทั้งทำการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน (Road safety audit) ของรูปแบบที่ใช้ก่อสร้างทาง จุดตัด สภาพแวดล้อม และตรวจสอบการใช้เส้นทางทั้งระบบเมื่อโครงการก่อสร้างแล้วเสร็จ

2.9 การมีส่วนร่วมภาคประชาชน จัดประชุมทุกภาคส่วนให้มีส่วนร่วมในการรับฟังความคิดเห็น รวมทั้ง แนวคิดที่เข้าใจถึงความต้องการ สื่อสารสร้างการรับรู้และความเข้าใจ พร้อมรับข้อเสนอแนะจากชุมชน ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง รวมทั้งหน่วยงาน ต่างๆ ที่ดูแลความเป็นอยู่ของประชาชน และสังคมในท้องถิ่นนั้น เพื่อให้ทุกคนที่ร่วมกันใช้ถนนยอมรับมติประชาคม โดยพร้อมใจกันปฏิบัติตามกฎหมาย และวินัยจราจรได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีส่วนร่วมในการสร้าง ความปลอดภัยทางถนนร่วมกัน

2.2.2 MASSS Highways

นายปฏิเวธวุฒิศักดิ์ สุขชี (2023) ได้ศึกษาไว้ว่า บนทางหลวงสายหลักที่มีการขยายทางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจราจร มุ่งเน้นการให้บริการยานพาหนะเคลื่อนตัวได้รวดเร็ว ส่งผลให้การเข้าถึงพื้นที่ยากลำบากมากขึ้น เนื่องจากการก่อสร้างเกาะกลางเพื่อความปลอดภัยต่อผู้ขับขี่ และกระแสจราจรที่ไหลต่อเนื่องด้วยความเร็วสูง เป็นอุปสรรคทำให้ผู้อาศัยอยู่สองข้างทางไม่ได้รับความสะดวก ดังนั้นการออกแบบหรือพัฒนาทางหลวงที่สร้างสมดุลระหว่าง Mobility และ Accessibility จึงเป็นความท้าทายในยุคปัจจุบัน การออกแบบทางหลวงที่ลงตัวเข้ากันได้กับชุมชน จำเป็นต้องเข้าถึงความต้องการ เข้าใจในวิถีชุมชน และบริการให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะใช้ความเร็วได้โดยอิสระ (Free Flow Speed on Ideal Condition) อย่างต่อเนื่อง โดยยังคงมาตรฐานความปลอดภัย เป็นทางหลวงที่ใช้ทำงานง่ายในทุกฤดูกาล ตามแนวคิดและวิธีการออกแบบ (Conceptual Design) 5 องค์ ประกอบ คือ Mobility, Accessibility, Serviceable under flood situation, Safely highways และ Simply driving and riding หรือ เรียกว่า MASSS Highways

MASSS Highways คือ ทางหลวงที่มีหลักแนวคิดในการออกแบบ (Conceptual Design) เพื่อให้บริการ การจราจร และผู้เดินทาง โดยเอื้อ Mobility ให้กับผู้ขับขี่ที่ใช้ทางหลัก และให้ Accessibility กับประชาชน ผู้ใช้เส้นทางเข้าออกชุมชนหรือหมู่บ้าน โดยใช้งานได้ง่าย สะดวก ปลอดภัยและให้บริการได้ตลอดทุกฤดูกาล การออกแบบระบบทางหลวงนี้ถือว่าเป็น ทางหลวงที่เข้ากันได้กับวิถีชีวิตของชุมชน หรือเป็นทางหลวงที่สร้างความสมดุลระหว่าง Mobility กับ Accessibility โดยมีประเด็นสำคัญที่นำมาใช้ ในการออกแบบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Mobility

ทางหลวงที่มีคุณสมบัติเพื่อให้บริการแบบ Uninterrupted flow หรือ Free Flow ได้อย่างปลอดภัย ต้องไม่มีจุดตัดในระดับเดียวกันตลอดทั้งสายทางหรือตลอดช่วงทางที่กำหนด ตัวอย่างเช่น การออกแบบทางหลวง 4 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางแบบร่อง (Depressed Median) บนช่วงทางปกติ (Typical Cross Section) หรือบนช่วงทางเนินเขา หรือบริเวณที่มีพื้นที่จำกัด ซึ่งจะใช้เกาะกลางแบบ Concrete Barrier และไม่เปิดจุดกลับรถ (Median Opening) ตลอดเส้นทาง และทางหลวงลักษณะนี้ มีความโดดเด่นจากทางหลวงทั่วไป คือ การก่อสร้างทางแยกต่างระดับทุกจุดตัดที่บริเวณทางแยก หรือ จัดการจราจรอย่างเป็นระบบ และมีวัตถุประสงค์ในการให้บริการผู้ใช้ทางทุกกลุ่มอย่างสมดุล

ดังนั้นการกำหนด รูปแบบของทางแยก หรือรูปแบบของทางแยกต่างระดับแต่ละแห่ง ต้องพิจารณาอย่างเหมาะสม และคุ้มค่า โดยพิจารณาจากระดับชั้นของถนน (Road Hierarchy) ประเภทยานพาหนะที่ใช้ทางหลวงนั้น โครงข่ายของถนนในบริเวณพื้นที่โครงการ พฤติกรรมการเดินทางของประชาชนในพื้นที่ วิถีชีวิตของชุมชน และงบประมาณ ค่าก่อสร้างที่คุ้มค่า รูปแบบทางแยก หรือทางแยกต่างระดับที่จะนำมาใช้ ได้แก่ ทางแยกแบบวงเวียน (Roundabout) ทางแยกต่างระดับ (Interchange) สะพานข้ามทางรถไฟ (Railway Crossing Bridge) ทางแยกต่างระดับแบบ วงเวียนคู่ (Double Roundabout) หรือ ทางลอดขนาดเล็ก (Culvert) เป็นต้น

2. Accessibility

การเชื่อมชุมชนสองฟากฝั่ง คือ ปัจจัยสำคัญในการออกแบบทางหลวงนี้ ตัวอย่างหนึ่ง คือ การคำนวณออกแบบทางแยกต่างระดับแบบวงเวียนคู่ หรือ ทางแยกต่างระดับขนาดเล็ก หรือทางลอดขนาดเล็ก (Box Culvert) เพื่อให้การเข้าถึงพื้นที่ (Accessibility) ง่ายและสะดวก ทางแยกต่างระดับแบบวงเวียนคู่ (Double Roundabout) เป็นทางแยกต่างระดับที่พัฒนามาจากทาง ต่างระดับรูปแบบ ไดอะมอนด์ (Diamond Interchange) โดยเปลี่ยนจุดตัดบริเวณ Ramp จากสี่แยกให้เป็นวงเวียน เพื่อให้การตัดข้ามมีความปลอดภัย และสามารถใช้เป็นที่กลับรถได้อีกด้วย

ทางแยกต่างระดับรูปแบบวงเวียนคู่ (Double Roundabout) จะใช้สำหรับทางหลวงสายหลักตัดข้ามถนนท้องถิ่น ซึ่งเชื่อมกันระหว่างหมู่บ้าน หรือ ชุมชนที่เดินทางไปมาหาสู่กัน ทางแยกแบบนี้จะมีค่าก่อสร้างถูกกว่าทาง แยกต่างระดับทั่วไป จึงมีความเหมาะสม และคุ้มค่า โดยออกแบบให้ถนนท้องถิ่นหรือถนนซึ่งมีลำดับชั้นทาง (Road Hierarchy) ที่ต่ำกว่า ลอดใต้ทางหลวงสายหลัก โดยกำหนดความสูงช่องทางลอด (Clearance) ตามประกาศของกรมการขนส่งทางบก หรือ กำหนดออกแบบให้เหมาะสมตามประเภท ของยานพาหนะที่ใช้ทางลอด หรือตามข้อตกลงในที่ประชุมการมีส่วนร่วมภาคประชาชน โดยคำนวณออกแบบค่าระดับก่อสร้าง (Profile Grade) ของทางสายหลัก ให้ถูกต้องตามหลักการออกแบบทางเรขาคณิต (Highway Geometric Design) และช่วงทางข้ามจะก่อสร้างเป็นสะพานช่วงเดียว (Single Span Bridge) ซึ่งจะช่วยให้ลดค่าก่อสร้างลงได้มาก โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ งานก่อสร้างกำแพงดินเสริมกำลัง (Mechanically Stabilized Earth Wall หรือ MSE Wall) กำแพงดินเสริมกำลัง (Mechanically Stabilized Earth Wall, MSE Wall) ถูกนำมาใช้เป็นองค์ประกอบของทางต่างระดับวงเวียนคู่ เพื่อให้สะพานข้ามทางแยก มีระยะช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Span) ได้สั้นที่สุด และทางลอดได้ ความกว้าง และความสูงตามมิติที่กำหนดออกแบบ ซึ่งทำให้ประหยัดค่าก่อสร้าง

การกำหนดความสูงและความกว้างของทางลอด ให้รวบรวมข้อมูลต่างๆ มาประกอบพิจารณา ได้แก่ ลำดับชั้นทาง (Road Hierarchy) ข้อกำหนดด้านกฎหมาย และประเภทยานพาหนะที่ใช้เส้นทางนั้น และต้องผ่านมติเห็นชอบจากการประชุมการมีส่วนร่วมภาคประชาชนด้วย เพื่อให้การออกแบบมีความเหมาะสม เป็นไปตามกฎหมาย และหลักธรรมาภิบาล

การออกแบบเรขาคณิตของทางหลวง (Highway Geometric Design) จะดำเนินการคำนวณออกแบบตามผลที่ได้จากการวิเคราะห์กระแสจราจร และเลือกใช้รูปแบบประยุกต์จากผังทางแยกต่างระดับรูปแบบไดอะมอนด์ (Diamond Interchange) ผังวงกับทางแยกแบบวงเวียน (Roundabout) โดยใช้มิติต่างๆ ตามมาตรฐานการออกแบบทางหลวง ออกแบบค่าระดับก่อสร้าง (Profile Grade) และออกแบบเส้นทางการไหลของน้ำ (Flow Line) เพื่อการระบายน้ำที่มีประสิทธิภาพ

ข้อดีหรือข้อได้เปรียบของรูปแบบทางแยกวงเวียน คือ การลดการตัดกันของกระแสจราจร และยังสามารถลดพื้นที่เขตทางที่ต้องใช้สำหรับออกแบบเพื่อการเลี้ยวขวา และเลี้ยวซ้ายได้ เนื่องจากวงเวียนจะใช้ระยะการมองเห็นที่ปลอดภัย (Safe Sight Distance) น้อยกว่าจุดตัดแบบทางแยกทั่วไป และระยะรัศมีของวงเวียนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรที่เข้าสู่ทางแยก หากปริมาณการจราจรที่เข้าสู่ทางแยกไม่มากนัก ก็จะทำให้รัศมีของวงเวียนน้อยลง ทำให้ประหยัดเนื้อที่ได้มาก

กรณีการเชื่อมเส้นทางระหว่างชุมชน ด้วยทางสาธารณะที่เป็นทางขนาดเล็ก สำหรับรถขนาดเล็ก หรือ จักรยานยนต์ ที่ประชาชนในบริเวณพื้นที่ใช้สัญจรในชีวิตประจำวัน เช่น การเดินทางเข้าออกพื้นที่ทำกิน การเดินทางไป สถานศึกษา การเดินทางไปทำงาน และ การเดินทางเพื่อทำภารกิจต่างๆ จะออกแบบโดยใช้ท่อเหลี่ยม (Box Culvert) ขนาดที่เหมาะสม ขนาดไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร หรือก่อสร้างสะพานช่วงสั้น เพื่อให้รถขนาดเล็กสามารถ ลอดผ่านทางสายหลักได้อย่างปลอดภัย พร้อมทั้งออกแบบให้น้ำสามารถไหลผ่านทางลอดนี้ได้สะดวก โดยเลือกพื้นที่ก่อสร้างที่มีความลาดเอียงเล็กน้อย หลีกเลี้ยงพื้นที่รวมน้ำ หรือพื้นที่น้ำท่วมขัง ออกแบบปรับแต่งบังคับการไหลของน้ำ (Flow Line) และออกแบบก่อสร้างเส้นทางเชื่อมระบบถนนอย่างเหมาะสม

3. Serviceable under Flood Situation

ทางหลวงสายหลักซึ่งอยู่ในบริเวณพื้นที่อิทธิพลของกลุ่มน้ำ ต้องมีศักยภาพในการให้บริการได้แม้ในช่วงฤดูน้ำไหลหลาก ไม่เกิดผลกระทบจากการท่วมขังของมวลน้ำ (Serviceable under Flood Situation) การออกแบบและคำนวณค่าระดับก่อสร้าง (Profile Grade) การศึกษาพื้นที่รับน้ำ (Catchment Area) การรวบรวมข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝน และข้อมูลสถิติระดับน้ำสูงสุดเพื่อกำหนดค่าระดับในการก่อสร้างทาง การออกแบบคำนวณช่องระบายน้ำที่เพียงพอ และการออกแบบเพื่อป้องกันการกัดเซาะที่เหมาะสม และการออกแบบส่วนประกอบของอาคารระบายน้ำเพื่อรองรับการไหลหลากของมวลน้ำ จะปกป้องความเสียหายให้กับตัวถนนและอาคารระบายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 Safety

ความปลอดภัยในการเดินทางบนทางหลวงถือเป็นหัวใจสำคัญของนัก ออกแบบทาง MASSS Highways จะเป็นทางหลวงทางเลือกที่ให้ความปลอดภัย และความพึงพอใจกับผู้เดินทาง มากกว่าทางหลวงทั่วไป ในขณะที่ยังคงความเข้าใจหรือเข้าถึงได้ อันจะสร้างความพึงพอใจให้กับ ชุมชนที่อาศัยอยู่สองฟากฝั่งของทางหลวง ด้วยการออกแบบที่วางหลักการเพื่อควบคุมการเข้าออก (Controlled Access) ทางหลวงอย่างเป็นระบบ โดยไม่มีจุดตัดกระแสจราจรที่ระดับเดียวกัน มีพื้นที่ เปิดโล่งด้านข้าง (Clear Zone) และมีระยะการมองเห็น (Sight Distance) ที่ปลอดภัย และมีระยะ มองเห็นที่มากพอสำหรับการเดินทางที่ใช้ความเร็วได้ต่อเนื่อง ลดปริมาณ สิ่งกีดขวาง (Obstacle) บน ทางหลวง การออกแบบติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่าง เท่าที่จำเป็น ใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวกเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ เพื่อความปลอดภัยของผู้เดินทางบนทางสายหลัก ในขณะที่เดียวกันก็อำนวยความสะดวก ในการเดินทางให้กับผู้อาศัยทั้งในแนวทางหลวง และสองฟากฝั่งทาง ด้วยการก่อสร้างทางลอด ทางแยกต่างระดับ และการจัดระบบถนน

3.5 Simply driving and riding

ทางหลวงลักษณะนี้จะไม่มีการเปิดจุดกลับรถบริเวณเกาะกลางถนน ดังนั้น การขับขึ้น ช่องทางด้านขวา ทำให้ผู้ขับขี่สามารถทำความเร็วได้อย่าง ต่อเนื่องโดยไม่เกิดการตัดกระแสจราจรตั้ง เช่น ทางหลวง 4 ช่องจราจรทั่วไป ที่ต้องเพิ่มการระมัดระวังบริเวณจุดกลับรถ สำหรับผู้ขับขี่ที่ต้องการ กลับรถ หรือออกจากทางหลักเพื่อไปยังจุดหมายที่ต้องการ ให้เดินรถในช่องจราจรด้านซ้าย เมื่อสังเกตเห็นป้ายบอกทางสี่เหลี่ยมแบบห้อยแขวน (Overhang Sign Board) จะสามารถพิจารณา และตัดสินใจ ได้อย่างปลอดภัยตามหลัก Perception and Reaction Times โดยไม่เป็นอุปสรรคหรือกีดขวางรถที่ ใช้ทางตรง และการออกแบบระบบป้ายแนะนำดังกล่าวที่สอดคล้องกับลักษณะทางเรขาคณิตของทาง หลวง ทำให้การติดตั้งป้ายแนะนำเส้นทาง ดูเรียบง่าย สื่อสารได้รวดเร็วเพื่อให้ผู้เดินทางเข้าใจและ ตัดสินใจได้ตามเวลาที่เหมาะสม และทางหลวงนี้ไม่ต้องใช้ป้ายแบบแขวนสูง (Overhead Sign Board) ที่ต้องก่อสร้างโครงสร้างค้ำทางหลวง ทำให้ประหยัดงบประมาณ ค่าก่อสร้าง และยังช่วยให้ บริเวณร่องกลางเป็นที่โล่งหรือเป็นพื้นที่ปลอดภัย (Clear Zone) เพื่อส่งเสริมความปลอดภัยได้อีก ด้วย

2.2.3 แนวคิดการออกแบบถนนตามลักษณะการใช้ที่ดินโดยรอบ (Concept Design of Road Corridor by land use type)

จากการศึกษาแบ่งลักษณะการใช้พื้นที่ (Land use) บนช่วงถนนตัดผ่าน พบว่าในหลาย ประเทศมีการแบ่งพื้นที่ในชนบทและในเมืองที่แตกต่างกันตามลักษณะรูปแบบการวางผังเมือง และ การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ในของแต่ละประเทศ ซึ่งจะกำหนดรูปแบบถนนให้สอดคล้องกับลำดับชั้น ของถนน และลักษณะของการพัฒนาพื้นที่

การแบ่งลักษณะการใช้ที่ดินตามสภาพแวดล้อม หากพิจารณาการศึกษาและการแนะนำของ National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) จะสรุปและเรียบเรียงการแบ่ง ลักษณะการใช้พื้นที่และเป็นที่ยอมรับ และนำมาพิจารณาปรับปรุงกำหนดหนดแนวทางในการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

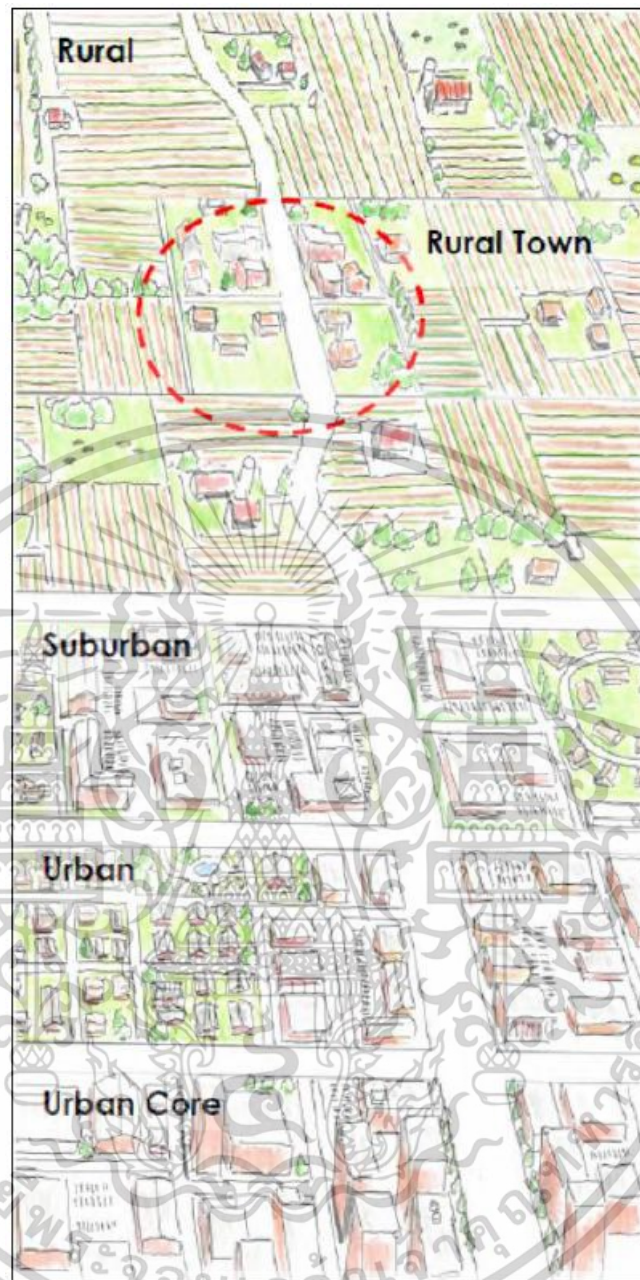
ออกแบบถนนในหลายประเทศรวมถึงประเทศไทย โดยได้แบ่งลักษณะการใช้ที่ดินออกเป็น 5 ลักษณะของพื้นที่ ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การแบ่งลักษณะการใช้ที่ดินโดยรอบ

Context	Density	Land Use	Setback
Rural	Lowest (few houses or other structures)	Agricultural, natural resource preservation, and outdoor recreation uses with some isolated residential and commercial	Usually large setbacks
Rural Town	Low to medium (single family houses and other single-purpose structures)	Primarily commercial uses along a main street (some adjacent single-family residential)	On-street parking and sidewalks with predominately small setbacks
Suburban	Low to medium (single and multi-family structures and multi-story commercial)	Mixed residential neighborhood and commercial clusters (includes town centers, commercial corridors, big box commercial, and light industrial)	Varied setbacks with some sidewalks and mostly off-street parking
Urban	High (multi-story, low-rise structures with designated off-street parking)	Mixed residential and commercial uses, with some institutional and industrial and prominent destinations	On-street parking and sidewalks with mixed setbacks
Urban Core	Highest (multi-story and high-rise structures)	Mixed commercial, residential, and institutional uses within and among predominately high-rise structures	Small setbacks with sidewalks and pedestrian plazas

ที่มา : National Cooperative Highway Research Program, NCHRP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา : National Cooperative Highway Research Program, NCHRP

รูปที่ 2.2 ภาพแสดงลักษณะพื้นที่

และสำหรับแนวคิดการออกแบบทางหลวงสายหลักตามลักษณะการใช้ที่ดินโดยรอบ ซึ่งเป็นการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก ถนนชั้น 1 (Link 1) ถนนชั้นที่ 2 (Link 2) สามารถกำหนดแนวคิดการออกแบบไว้ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 แนวคิดการออกแบบทางหลวงสายหลักตามลักษณะการใช้ที่ดินโดยรอบ

พื้นที่ (Zone)	ลักษณะพื้นที่	แนวคิดการออกแบบเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก
Rural	ถนนบริเวณพื้นที่ชนบทส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เพาะปลูก เกษตรกรรม	<ol style="list-style-type: none"> ให้ความสำคัญความรวดเร็วในการเดินทาง (Mobility) มากกว่า การเข้าถึงพื้นที่ (Accessibility) เป็นถนนที่เน้นความสามารถในการเคลื่อนที่ เอื้อให้ผู้ใช้บริการสามารถเดินทางระยะไกลได้โดยไม่ถูกขัดจังหวะ มีระดับการให้บริการสูง ความปลอดภัยของผู้ใช้ถนนร่วมกัน
Rural Town	ถนนบริเวณพื้นที่ชนบทที่ผ่านพื้นที่ ชุมชนมีการพัฒนาเป็นเมืองที่มีความหนาแน่นน้อย ส่วนใหญ่เป็นย่านที่พักอาศัย (พื้นที่เทศบาลตำบล)	<ol style="list-style-type: none"> ให้ความสำคัญการเข้าถึงพื้นที่ (Accessibility) เพิ่มขึ้น และยังคงมีความรวดเร็วในการเดินทาง (Mobility) สำหรับชุมชนบริเวณทางแยกหลัก จะต้องแยกที่ความเร็วต่ำ (Local Traffic) ออกจากรถที่ใช้ความเร็วสูง บนถนนหลัก (Main traffic) และมีการลดความเร็วก่อนเข้าสู่พื้นที่ชุมชน ให้ความสำคัญผู้อยู่อาศัย หรือกิจกรรม 2 ข้างทาง ความปลอดภัยของผู้ใช้ถนนร่วมกัน
Sub-Urban	ถนนบริเวณพื้นที่ชานเมือง มีการพัฒนาเป็นเมืองต่อเนื่องจากพื้นที่เขต เมืองหลักเป็นพื้นที่เชิงพาณิชย์ และ ย่านที่พักอาศัย มีความหนาแน่นน้อย -ปานกลาง	<ol style="list-style-type: none"> ให้ความสำคัญการเข้าถึงพื้นที่ (Accessibility) เท่ากับความรวดเร็วในการเดินทาง (Mobility) จะต้องแยกที่ความเร็วต่ำ (Local Traffic) ออกจากรถที่ใช้ความเร็วสูง บนถนนหลัก (Main Traffic) และมีการลดความเร็วก่อนเข้าสู่พื้นที่ชุมชน ให้ความสำคัญผู้อยู่อาศัย หรือกิจกรรม 2 ข้างทาง และคนเดินเท้า ความปลอดภัยของผู้ใช้ถนนร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 แนวคิดการออกแบบทางหลวงสายหลักตามลักษณะการใช้ที่ดินโดยรอบ (ต่อ)

พื้นที่ (Zone)	ลักษณะพื้นที่	แนวคิดการออกแบบเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก
Urban	ถนนบริเวณพื้นที่เขตเมือง มีการพัฒนา เป็นเมืองหลักระดับจังหวัด เป็นพื้นที่เชิงพาณิชย์ และย่านที่พักอาศัย มีความหนาแน่นมาก (พื้นที่เทศบาลเมือง เทศบาลนคร)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ให้ความสำคัญการเข้าถึงพื้นที่ (Accessibility) มากกว่าความเร็วในการเดินทาง (Mobility) 2. มีปริมาณการเดินทางในพื้นที่สูง (High local traffic) 3. มีรูปแบบถนนในเมือง (Street มีความเร็วต่ำ และให้ความสำคัญกับคนเดินเท้า) 4. จากสภาพแวดล้อม และเขตทาง ทางหลวงสายหลัก Link 1 และ Link 2 จะสามารถปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพได้ไม่มากนัก ซึ่งถนนสายหลักมีความ ต้องการเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่สำคัญระดับประเทศ โดยจะพิจารณาทางเลี่ยง เมือง หรือสะพานยกระดับ เพื่อให้รูปแบบการใช้งานยังเป็นถนนสายหลัก Link 1 และ Link 2
Urban Core	ถนนบริเวณพื้นที่เขตเมือง มีการพัฒนา เป็นเมืองหลักระดับจังหวัด ส่วนใหญ่ เป็นพื้นที่เชิงพาณิชย์ มีอาคารสูง เป็น ศูนย์กลางทางเศรษฐกิจและการค้า มีความหนาแน่นมากที่สุด (พื้นที่เทศบาลนคร)	<ol style="list-style-type: none"> 5. ความปลอดภัยของผู้ใช้ถนนร่วมกัน

2.2.4 แนวทางการออกแบบปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพถนนสายหลัก (Design Solution)

แนวทางการออกแบบปรับปรุงถนนสายหลักเบื้องต้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความเร็วออกแบบ (Design Speed)

จากการศึกษาโครงการศึกษา และจัดทำข้อมูลการจำแนกลำดับชั้นของโครงข่ายทางหลวงแผ่นดินทั่วประเทศ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการวางแผนพัฒนาและบริหารจัดการทางหลวง ที่ได้จัดทำขึ้น โดยสำนักแผนงานกรมทางหลวง และมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยได้ทบทวนการศึกษาด้านขีดจำกัดความเร็ว ภายในประเทศของกรมทางหลวง และได้สรุปผลพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะการกำหนดขีดจำกัดความเร็ว จำแนกตามลำดับชั้นของโครงข่ายทางหลวงอย่างเหมาะสม ดังแสดงในตารางที่ 2.7 และได้พิจารณาถึงกฎกระทรวงการกำหนดอัตราความเร็วสำหรับการขับรถในทางเดินรถ พ.ศ. 2564 ดังแสดงในตารางที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 การกำหนดขีดจำกัดความเร็ว ตามลำดับชั้น และลักษณะทางกายภาพของทางหลวงแผ่นดิน

ลำดับชั้น ทางหลวง แผ่นดิน (Road Hierarchy)	ลักษณะทางกายภาพของทางหลวงแผ่นดิน (Road Geometry)		สภาพแวดล้อมสองเขตทาง **			
			เขตชนบท (Rural)	ชนบท (Rural Town)	เขตชาน เมือง (Sub- Urban)	เขตเมือง (Urban)
ลำดับชั้นที่ 1 (Link 1)	มีการแบ่งทิศทางการจราจร (Divided Highway)	มีทางคู่ขนาน	110*	100	90	90
		ไม่มีทางคู่ขนาน	100	90***	80***	80***
	ไม่มีมีการแบ่งทิศทางการจราจร (Undivided Highway)		90 (พื้นฐาน)	80***	60	60 (พื้นฐาน)
ลำดับชั้นที่ 2 (Link 2)	มีการแบ่งทิศทางการจราจร (Divided Highway)		100	90***	80***	80***
		ไม่มีมีการแบ่งทิศทางการจราจร (Undivided Highway)	90 (พื้นฐาน)	80***	60	60 (พื้นฐาน)
ลำดับชั้นที่ 3 (Link 3)	มีการแบ่งทิศทางการจราจร (Divided Highway)		90 (พื้นฐาน)	70***	60	60 (พื้นฐาน)
		ไม่มีมีการแบ่งทิศทางการจราจร (Undivided Highway)	90 (พื้นฐาน)	70***	60	60 (พื้นฐาน)
ลำดับชั้นที่ 4 (Link 4)	ไม่มีมีการแบ่งทิศทางการจราจร (Undivided Highway)		80	60	60	60 (พื้นฐาน)

หมายเหตุ (พื้นฐาน) หมายถึง เป็นขีดจำกัดความเร็วพื้นฐาน (Default Speed Limit or Based Speed Limit)

* ขีดจำกัดความเร็ว 110 กม./ชม. จะต้องเป็น Link 1 ที่มีลักษณะเส้นทาง (Alignment) ที่ดีมาก จำกัดและควบคุมการเชื่อมต่อทาง เช่น Frontage road บริเวณทางเชื่อมเป็นแบบ Left in - Left out ไม่มีมีการเปิดเกาะกลางเพื่อกลับรถในรูปแบบ Priority

** กรณีที่มีความจำเป็นในการเพิ่มความปลอดภัย หรือมีข้อจำกัดเกี่ยวกับ Alignment หรือบริเวณพื้นที่ที่มีทางเชื่อม/ทางแยกจำนวนมาก ควร พิจารณา ลดความเร็วจำกัดลง 10 -20 กม./ชม. หรือใช้ใกล้เคียงความเร็วในการออกแบบ

*** กรณีที่มีการจอดรถข้างทาง / มีการเปิดเกาะกลางเพื่อกลับรถ แบบ Priority / มีกิจกรรมที่มีคนเดินเท้าสูง / มีสถิติความถี่อุบัติเหตุสูงหรือ รุนแรง / ให้พิจารณาลดความเร็วจำกัดลง ทั้งนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมสำหรับมาตรการลดความเร็วที่เหมาะสม

สำหรับข้อเสนอแนะ การกำหนดขีดจำกัดความเร็วพื้นที่อื่นๆ มีดังนี้

- พื้นที่เขตป่าสงวนอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่า ควรกำหนดความเร็วจำกัด ไม่เกิน 60 กม./ชม.
- บริเวณเขตโรงเรียน ควรกำหนดความเร็วจำกัด 40 กม./ชม. โดยแปรผันตามเวลา เช้า และเย็น ที่มีปริมาณนักเรียนมาก
- กรณีข้อจำกัดทางด้านภูมิประเทศ เช่น พื้นที่ภูเขา หรือ พื้นที่ภูเขาสูงชัน ความเร็วจำกัด ควรลดลง 20 - 30 กม./ชม.

ความเร็วที่กำหนดในตาราง เป็นความเร็วสำหรับรถยนต์ส่วนบุคคลเท่านั้น สำหรับยานพาหนะรูปแบบอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 การกำหนดอัตราความเร็วสำหรับรถในทางเดินรถ แบ่งตามลักษณะพื้นที่

Undivided/ Divided	Vehicle Type	Speed limit (km/hr)							
		Rural	Rural Town	Sub urban	Urban	Urban Core	Frontage	Expressway	Expressway (On ground)
Undivided	รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	90			80		80	-	-
	รถจักรยานยนต์ (≥ 400 CC)	90			80		80	-	-
	รถโดยสารขนาดเล็ก - กลาง	90			80		80	-	-
	รถบรรทุกขนาดเล็ก - กลาง	90			80		80	-	-
	รถจักรยานยนต์ (< 400 CC)	70			60		60	-	-
	รถโรงเรียน/ รับส่งนักเรียน	70			60		60	-	-
	รถโดยสารขนาดใหญ่	80			60		60	-	-
	รถบรรทุกขนาดใหญ่	80			60		60	-	-
	รถยนต์สี่ล้อเล็ก หรือสามล้อ	55			45		45	-	-
	รถใช้งาน เกษตรกรรม	45			45		45	-	-
Divided	รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	100			80		80	100	110
	รถจักรยานยนต์ (≥ 400 CC)	100			80		80	-	-
	รถโดยสารขนาดเล็ก - กลาง	100			80		80	100	110
	รถบรรทุกขนาดเล็ก - กลาง	100			80		80	100	110
	รถจักรยานยนต์ (< 400 CC)	80			60		60	-	-
	รถโรงเรียน/ รับส่งนักเรียน	80			60		60	80	90
	รถโดยสารขนาดใหญ่	90			60		60	80	90
	รถบรรทุกขนาดใหญ่	90			60		60	80	90
	รถยนต์สี่ล้อเล็ก หรือสามล้อ	65			45		45	65 (สี่ล้อเล็ก)	65 (สี่ล้อเล็ก)
	รถใช้งาน เกษตรกรรม	45			45		45	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

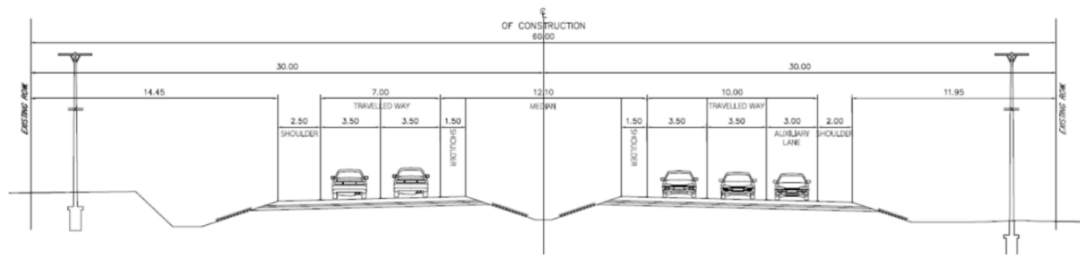
2. ส่วนประกอบของรูปแบบตัดถนน (Cross-Sectional Elements)

จากการพิจารณากำหนดส่วนประกอบต่าง ๆ ของถนน (Cross-Sectional Elements) และได้แบ่งตามลักษณะการใช้ที่ดินโดยรอบ โดยพิจารณาจาก แบบมาตรฐานกรมทางหลวง, การแนะนำการออกแบบถนน AASHTO Green book, รวมถึงแบบแนะนำทาง ด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับงานทางหลวง และได้กำหนดรูปแบบตัดถนนสำหรับโครงการให้สอดคล้อง กับลักษณะการใช้ที่ดินโดยรอบ เพื่อเป็นแนวทางการออกแบบปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก ดังแสดงในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 แนวทางการออกแบบรูปตัดถนน

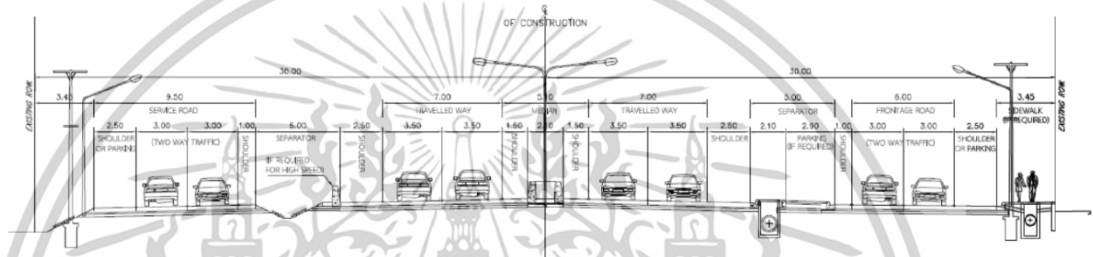
Highway Class	Row (m.)	Cross Section Element	Rural	Rural Town	Sub-Urban	Urban	Urban Core	Frontage/Service Road	
HIGHWAY LINK 1 and LINK 2	40, 50	Lane width	3.50 m.	3.25 – 3.50 m.			3.00 – 3.25 m.	3.00 m.	
		Shoulder width (Inner)	1.50 m.	0.00 m. for Raised median Or for Undivided Highway		0.50 m. for Barrier median	Undivided Highway	-	
		Shoulder width (Outer)	2.50 m.	2.50 m. or Sidewalk					-
		Median width	12.10 m. (Depressed median)	1.20 m. min (Raised median)			1.60 m. min (Barrier median with shoulder)		1.50 – 2.00 m.
		Sidewalk width	-	3.45 – 9.00 m.					-
	60, 70, 80	Lane width	3.50 m.						3.00 – 3.50 m.
		Shoulder width (Inner)	1.50 m.	0.50 – 1.50 m. for Barrier median					0.50 – 1.50 m. 0.00 m. for Curb Separator
		Shoulder width (Outer)	2.50 m.	0.50 – 2.50 m.					0.00 – 2.00 m.
		Median width	12.10 m. (Depressed median)	5.10 m. (Barrier median with shoulder)					3.00 m.
		Lane width	3.50 m.	3.25 – 3.50 m.					-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



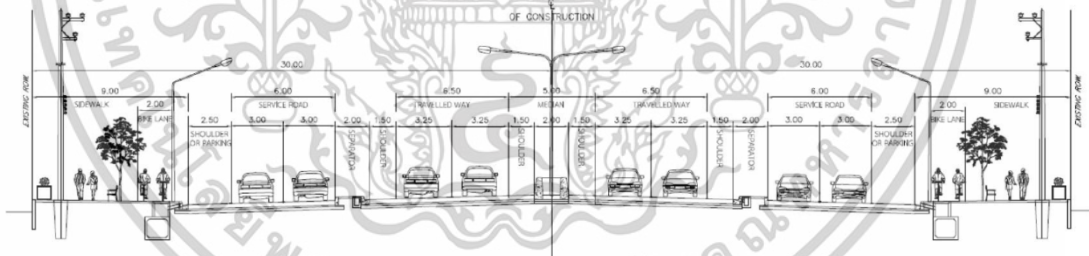
ที่มา : แบบมาตรฐานกรมทางหลวง

รูปที่ 2.3 ตัวอย่าง Typical Cross-Section - สำหรับพื้นที่ชนบท (Rural Zone)



ที่มา : แบบมาตรฐานกรมทางหลวง

รูปที่ 2.4 ตัวอย่าง Typical Cross-Section - สำหรับพื้นที่ชุมชน (Rural Town Zone)



ที่มา : แบบมาตรฐานกรมทางหลวง

รูปที่ 2.5 ตัวอย่าง Typical Cross-Section - สำหรับพื้นที่เมือง (Urban Zone)

3. รูปแบบจุดกลับรถ (U-turn)

จากการพิจารณารูปแบบจุดกลับรถ จะคำนึงถึงความคล่องตัวในการสัญจร และลดจุดตัดกระแสรถไฟให้มากที่สุด ในการปรับปรุงพัฒนาจากจุดกลับรถเดิมซึ่งโดยทั่วไปจะใช้เป็นรูปแบบ มาตรฐานกรมทางหลวง ได้กำหนดรูปแบบจุดกลับรถ ดังแสดงในตารางที่ 2.10 และได้นำจุดกลับรถดังกล่าวมาพิจารณากำหนดการใช้รูปแบบจุดกลับรถ ให้เหมาะสมกับลักษณะพื้นที่เบื้องต้นจะได้ ดังแสดง ในตารางที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 รูปแบบจุดกลับรถตามมาตรฐานกรมทางหลวง

รูปแบบที่	ลักษณะรูปแบบ	ข้อดี	ข้อเสีย
1	จุดกลับรถตามรูปแบบของมาตรฐานของกรมทางหลวง Inner to Outer	- ก่อสร้างง่าย - รถบรรทุกใหญ่สามารถใช้งานได้ - ค่าก่อสร้างต่ำ	- ต้องการเขตทางอย่างน้อย 60 เมตรสำหรับ รถบรรทุกขนาดใหญ่ (SU-12) - มีโอกาสเกิดการตัดกระแสช่องจราจรขวา - บริเวณข้างทางต้องเป็นพื้นที่โล่ง
2	จุดกลับรถเกาะกลาง Inner to Inner	- ก่อสร้างง่าย - ค่าก่อสร้างต่ำ	- มีโอกาสเกิดการตัดกระแสช่องจราจรขวา - บริเวณชุมชน เป็นจุดเสี่ยงอันตรายสำหรับ รถจักรยานยนต์ - หากต้องการให้สามารถกลับรถขนาดใหญ่ ต้องการเกาะกลางที่กว้างขึ้น
3	จุดกลับสัญญาณไฟจราจร	- เป็นการใช้ประโยชน์จากไฟจราจร - ไม่มีการตัดกระแสจราจร - มีความปลอดภัยในเขตชุมชน	- เกิดปริมาณจราจรสะสม - ต้องคอยสัญญาณจราจรในการกลับรถ
4	จุดกลับรถเกือบเกาะ เขตทางไม่น้อยกว่า 60 เมตร	- ไม่มีการตัดกระแสจราจร - มีความปลอดภัยสูง - รถขนาดใหญ่สามารถใช้งานได้	- ต้องการเขตทางอย่างน้อย 60 เมตร - ค่าก่อสร้างสูง - การก่อสร้างยากกว่ารูปแบบอื่น
5	จุดกลับรถลอดใต้สะพานบก (สะพานช่วงสั้น)	- ไม่เกิดการตัดกระแสจราจร - เหมาะสำหรับรถขนาดเล็ก และพื้นที่ชุมชน	- ต้องการเขตทางมากเพื่อลดผลกระทบผู้ อยู่อาศัย 2 ข้างทาง - ค่าก่อสร้างค่อนข้างสูง จากโครงสร้าง สะพาน และกำแพงกันดิน
6	จุดกลับรถลอดใต้สะพานข้ามลำน้ำ	- เป็นการใช้ประโยชน์จากโครงสร้าง สะพาน	- ต้องการความสูงสะพานที่มากพอให้สามารถ กลับรถได้ - ต้องมีลำน้ำบริเวณนั้น

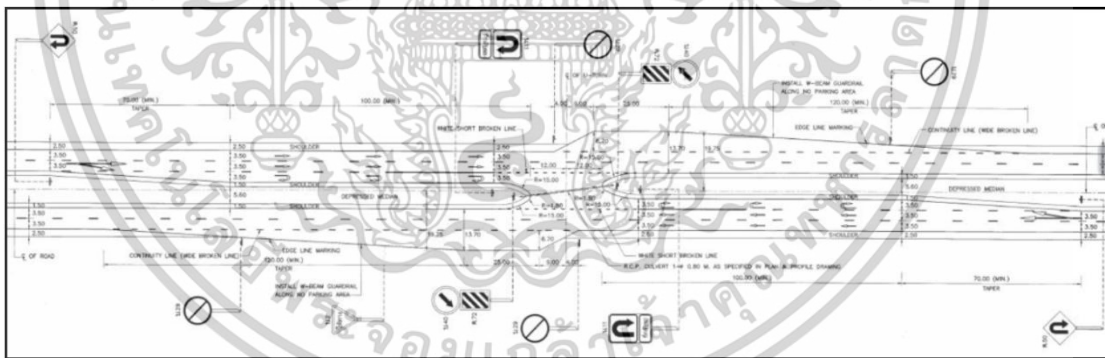
หมายเหตุ : การพิจารณาความเหมาะสมของจุดกลับรถเดิม จะคำนึงถึงปริมาณจราจรบนทางสายหลัก และควรอยู่ในระยะ 2-3 กม. และหรือ บริเวณหัว – ท้ายชุมชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 การกำหนดการใช้รูปแบบจุดกลับรถให้เหมาะสมกับลักษณะพื้นที่เบื้องต้น

ROW (m.)	Rural	Rural Town	Sub-Urban	Urban	Urban Core
40,50	<ul style="list-style-type: none"> จุดกลับรถ Inner to Outer (สำหรับรถบรรทุก SU-9) จุดกลับรถ Inner to Inner จุดกลับสัญญาณไฟจราจร (สำหรับรถบรรทุก SU-12) จุดกลับรถลอดใต้สะพานข้ามลำน้ำ 	<ul style="list-style-type: none"> จุดกลับรถ Inner to Outer (Low Traffic Volume) จุดกลับสัญญาณไฟจราจร (กลับบริเวณทางแยก) จุดกลับรถลอดใต้สะพานข้ามลำน้ำ 			<ul style="list-style-type: none"> จุดกลับสัญญาณไฟจราจร (หรือกลับบริเวณทางแยก-รถขนาดเล็ก) จุดกลับรถลอดใต้สะพานข้ามลำน้ำ
60,70,80	<ul style="list-style-type: none"> จุดกลับรถ Inner to Inner จุดกลับรถเกือกม้า (High Traffic Volume) จุดกลับรถลอดใต้สะพานข้ามลำน้ำ 	<ul style="list-style-type: none"> จุดกลับรถ Inner to Outer (Low Traffic Volume) จุดกลับรถเกือกม้า จุดกลับรถลอดใต้สะพานบก จุดกลับรถลอดใต้สะพานข้ามลำน้ำ 	<ul style="list-style-type: none"> จุดกลับรถ Inner to Outer (Low Traffic Volume) จุดกลับรถลอดใต้สะพานบก จุดกลับรถลอดใต้สะพานข้ามลำน้ำ 	<ul style="list-style-type: none"> จุดกลับรถ Inner to Outer (Low Traffic Volume) จุดกลับรถลอดใต้สะพานบก จุดกลับรถลอดใต้สะพานข้ามลำน้ำ 	<ul style="list-style-type: none"> จุดกลับรถ Inner to Inner จุดกลับสัญญาณไฟจราจร (กลับบริเวณทางแยก) จุดกลับรถลอดใต้สะพานข้ามลำน้ำ

หมายเหตุ : การพิจารณาความเหมาะสมของจุดกลับรถเดิม จะคำนึงถึงปริมาณจราจรบนทางสายหลัก และควรอยู่ในระยะ 3-5 กม. และหรือ บริเวณหัว – ท้ายชุมชน และสะพานเกือกม้า เสนอให้ใช้ในพื้นที่เขตอุตสาหกรรมที่มีการสัญจรของรถบรรทุกใหญ่ หรือบริเวณเฉพาะอื่นๆ เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาจราจรร่วมกับทางแยกอย่างเหมาะสม



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างรูปแบบจุดกลับรถเกาะกลาง Inner to Outer



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างรูปแบบจุดกลับรถโดยใช้สัญญาณไฟจราจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิฉะนั้นผู้ใดเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รูปแบบทางแยก/ทางเชื่อม (Intersection)

จากการพิจารณาจุดตัดทางแยก/ทางเชื่อม บนถนนทางหลวงสายหลัก (Link 1 หรือ Link 2) ในการออกแบบทางแยกโดยทั่วไปจะพิจารณาถึงลำดับชั้นของถนนที่เข้ามาเชื่อมต่อเป็นทางแยก โดยทางเชื่อมระดับถนน Link 3 หรือ ถนน Link 4 และ Link 5 จะมีรูปแบบการเชื่อมต่อกับถนนหลัก ในลักษณะเลี้ยวซ้ายเข้า และเลี้ยวซ้ายออก (Left In – Left Out)

และในกรณีที่ทางเชื่อมที่มีลักษณะเป็นทางเชื่อมระหว่างชุมชน หรืออาจจะเกิดจากการ ที่ทางหลวงสายหลักตัดผ่านระหว่างชุมชนที่มีอยู่เดิม จะมีปริมาณการเดินทางข้ามฝั่งถนนอย่างมีนัยยะสำคัญ ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ และส่งผลกระทบต่อการสัญจรของทางหลวงสายหลัก ซึ่งอาจจะได้ ข้อมูลจากการร้องเรียนหรือข้อเสนอแนะจากผู้นำชุมชนหรือผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ ได้นำมาพิจารณา ปรับปรุงทางแยกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลักให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพพื้นที่ โดยได้กำหนดรูปแบบทางแยก/ทางเชื่อม ดังแสดงในตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 รูปแบบทางแยก/ทางเชื่อมสำหรับโครงการ

Highway Class (Connection Road)	ถนนโครงการชั้นที่ 1 (Link 1) / ถนนโครงการชั้นที่ 2 (Link 2)				
	Rural	Rural Town	Sub-Urban	Urban	Urban Core
ถนนชั้นที่ 1 (Link 1)	ทางแยกต่างระดับ (Interchange)*	สัญญาณไฟจราจร (Traffic Signal) ทางแยกต่างระดับ (Interchange)**			
ถนนชั้นที่ 2 (Link 2)					
ถนนชั้นที่ 3 (Link 3)	เลี้ยวซ้ายเข้า – เลี้ยวซ้ายออก (Left In – Left Out) ***				
ถนนชั้นที่ 4 (Link 4)					
ถนนชั้นที่ 5 (Link 5)					

หมายเหตุ : * กรณีถนนใหม่ เสนอให้ก่อสร้างรูปแบบทางต่างระดับ (Interchange) ที่เป็นลักษณะ Free Flow ในทุกทิศทาง และกรณีถนนเก่าและทางแยกมีลักษณะเป็นชุมชน เสนอให้ดำเนินการในปีที่เหมาะสม โดยเสนอรูปแบบเบื้องต้นเป็นลักษณะ Single Point Urban Interchange (SPUI) หรือการก่อสร้าง Overpass/Underpass ข้ามทางแยก

** กรณีค่าระดับการให้บริการบริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจรอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เสนอให้คงรูปแบบเดิม และปรับปรุงเป็น ทางแยกต่างระดับในปีที่เหมาะสม

*** กรณีถนนชั้นที่ 3 ชั้นที่ 4 และชั้นที่ 5 มีปริมาณจราจรเข้าสู่ทางหลวงสายหลักมาก จะพิจารณาปรับปรุงเป็นแยกสัญญาณไฟจราจร หรือทางแยกต่างระดับ ตามความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่และการวิเคราะห์ค่าระดับการให้บริการของทางแยก

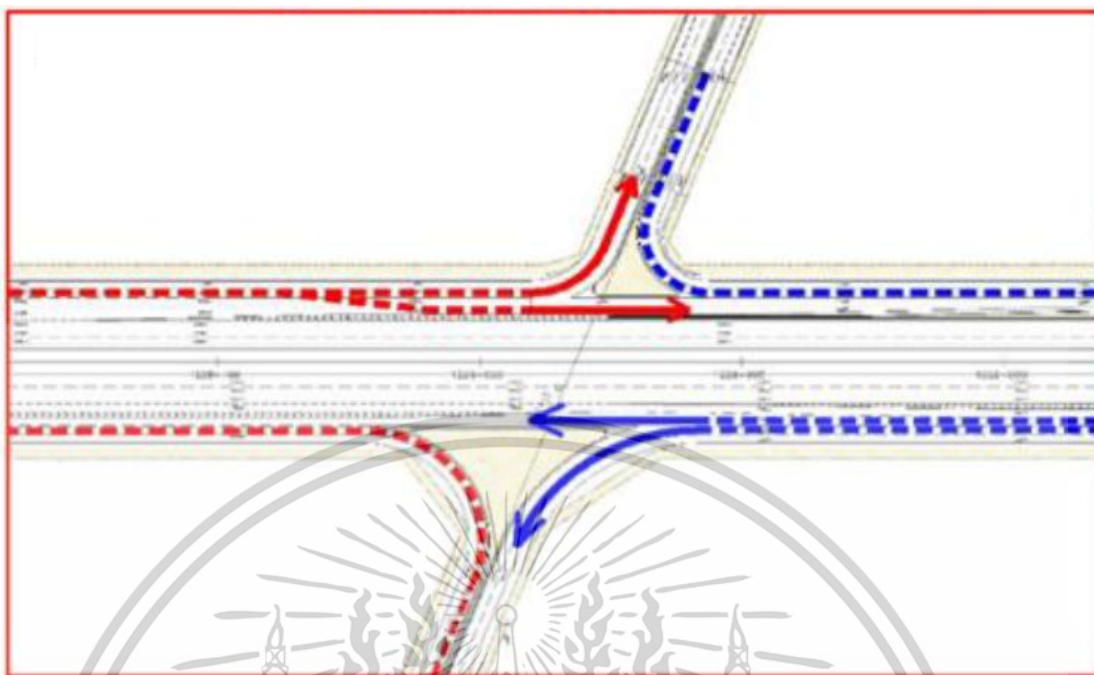


รูปที่ 2.8 ตัวอย่างรูปแบบทางแยกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างรูปแบบทางแยกต่างระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



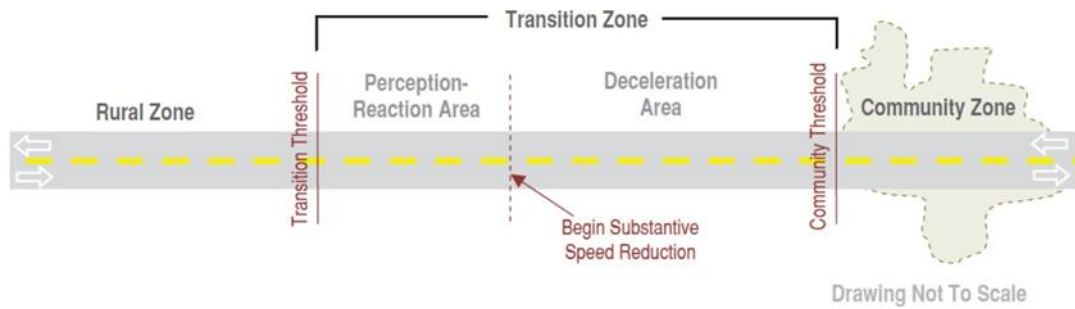
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างรูปแบบทางแยกเลียวย้ายเข้า – เลียวย้ายออก

4. การลดความเร็วก่อนเข้าสู่พื้นที่ชุมชน (Speed Transition Zone)

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของทางหลวงสายหลักประเทศไทยพบว่า ในหลายช่วงถนน ทางหลวงสายหลักจะมีสภาพแวดล้อมเป็นลักษณะนอกเขตนอกเมือง (Rural) ซึ่งจะมีความเร็วในการเดินทาง ค่อนข้างสูง และผ่านบริเวณพื้นที่ชุมชนที่มีการพัฒนาพื้นที่เป็นเมือง (Town) เป็นที่พักอาศัยและอาคาร พาณิชยกรรมติดเขตทางหลวงมีความหนาแน่นระดับน้อย - ปานกลาง โดยทั่วไปจะเป็นพื้นที่เทศบาลตำบล รวมถึงการเดินทางเข้าสู่พื้นที่เขตเมือง (Urban) โดยทั่วไปจะเป็นพื้นที่เทศบาลเมือง และเทศบาลนคร ซึ่งจะมี ลักษณะทางกายภาพที่กำหนดการสัญจรบนทางหลวงสายหลักจะต้องลดความเร็วก่อนเข้าสู่พื้นที่ชุมชน เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดจากการกิจกรรมสองข้างทาง หรือเชื่อมต่อของถนนท้องถิ่นที่เพิ่มขึ้น

จากการศึกษาของ National Cooperative Highway Research Program (NCHRP Report 737) ได้ศึกษาและแนะนำการออกแบบช่วงปรับความเร็วจากความเร็วสูงไปสู่ความเร็วต่ำ หรือ High-Speed to Low-Speed Transition Zone ดังแสดงตัวช่วงปรับความเร็วในรูปที่ 2.11 โดยได้แนะนำระยะการปรับความเร็ว (Recommended minimum lengths of transition zones) ดังตารางที่ 2.13 ซึ่งเป็นการ คำนวณจากระยะการรับรู้ (Perception-reaction length) และระยะลดความเร็ว (Deceleration length) โดยรูปแบบการลดความเร็วขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ เช่น การปรับปรุงทางกายภาพ การใช้ Raised median การใช้วงเวียน หรือการลดขนาดช่องจราจร เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 Transition Zone study

ตารางที่ 2.13 Recommended minimum lengths of transition zones

		Community Zone Target Speed (mph)					
		20	25	30	35	40	45
Rural Zone Speed (mph)	45	170 385	170 345	170 305	170 255	- -	- -
		555	515	475	425	-	-
50		190 450	190 415	190 380	190 330	190 270	- -
		640	605	570	520	460	-
55		210 510	210 480	210 440	210 400	210 340	210 265
		720	690	650	610	550	475
60		230 595	230 565	230 520	230 485	230 425	230 365
		825	795	750	715	655	595
65		240 680	240 655	240 600	240 570	240 510	240 465
		920	895	840	810	750	705

P	D
Total	

P = Perception-reaction distance (ft)
 D = Deceleration distance (ft)
 Total is the Transition Zone Length (feet)

Notes:

Perception-reaction time is assumed to be 2.5 seconds, traveling at the rural zone speed.

Deceleration distances are based on AASHTO, 2011 pg. 10-115, Table 10-5.

Interpolation and extrapolation were used to obtain values not available directly from AASHTO.

The AASHTO values are average running speeds; however posted speeds are conservatively proposed for use in the transition zone straight-line diagram and analysis.

All distances have been rounded up to the nearest 10 ft.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 รูปแบบการปรับปรุงทางเชื่อม/ทางแยก

บริเวณพื้นที่ที่มีจุดตัดกระแสจราจรของถนนสายหลักที่ตัดผ่านทางแยก โดยมีปริมาณจราจรมาก ในถนนสายรอง หรือถนนท้องถิ่นอย่างมีนัยสำคัญที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อการทำงานของถนนสายหลักโดยรวม นอกจากการพิจารณาออกแบบทางเชื่อมโดยทั่วไปแล้ว การออกแบบการจัดจราจร ร่วมกับการใช้การออกแบบจุดกลับรถอย่างเหมาะสมจะเป็นแนวทางที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของถนนสายหลักได้เช่นเดียวกัน

อย่างไรก็ตามในกรณีที่มีข้อจำกัดทางด้านเขตทาง รวมถึงข้อจำกัดทางด้านความสอดคล้องของรูปแบบในการดำรงชีวิตของชุมชนที่อาศัยอยู่ติดแนวเขตทางหลวง ซึ่งไม่สามารถกำหนดรูปแบบดังกล่าว ข้างต้นได้ การใช้โครงสร้างสะพานบดช่วงสั้นสำหรับเป็นทางลอดเชื่อมระหว่างชุมชนจะเป็นแนวคิดเบื้องต้น ในการแก้ไขปัญหา

สำหรับการพิจารณาจุดตัดทางแยกระหว่างถนนทางหลวงสายหลัก และถนนทางหลวงสายหลัก (Link 1 หรือ Link 2) ที่มีอยู่เดิมเป็นแยกสัญญาณไฟจราจรหรือทางแยกต่างระดับ จะพิจารณาจากรูปแบบทางแยกเดิม โดยมีแนวทาง พิจารณาเบื้องต้น 2 กรณี ดังนี้

1) กรณีที่การรองรับปริมาณจราจรบนทางแยกอยู่เกณฑ์ที่ยอมรับได้ จะคงรูปแบบทางแยกเดิมเป็นสัญญาณไฟจราจร หรือทางแยกต่างระดับ ซึ่งจะพิจารณาร่วมกับการวิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรมจราจร

2) กรณีที่การรองรับปริมาณจราจรบนทางแยกไม่อยู่เกณฑ์ที่ยอมรับได้ จะพิจารณาปิดทางแยก บนทางสายรอง และใช้การจัดจราจรร่วมกับการใช้การออกแบบจุดกลับรถบนทางหลวงสายหลัก หรือ การออกแบบเป็นทางแยกต่างระดับ (Interchange) โดยจะพิจารณารูปแบบที่ใช้เขตทางเดิมเป็นหลัก

สำหรับรูปแบบทางแยกต่างระดับที่แนะนำ จะพิจารณาเป็นทางแยกต่างระดับรูปแบบ Single- point Urban Interchange, SPUI (Overpass / Underpass) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้พื้นที่น้อยที่สุด โดยการออกแบบทางแยกต่างระดับ จะพิจารณาให้ทางหลวงสายหลัก สามารถสัญจรได้อิสระ และคล่องตัว และจัดจราจรด้วยทางแยกวงเวียน หรือแยกสัญญาณไฟควบคุม บริเวณทางหลวงสายรอง

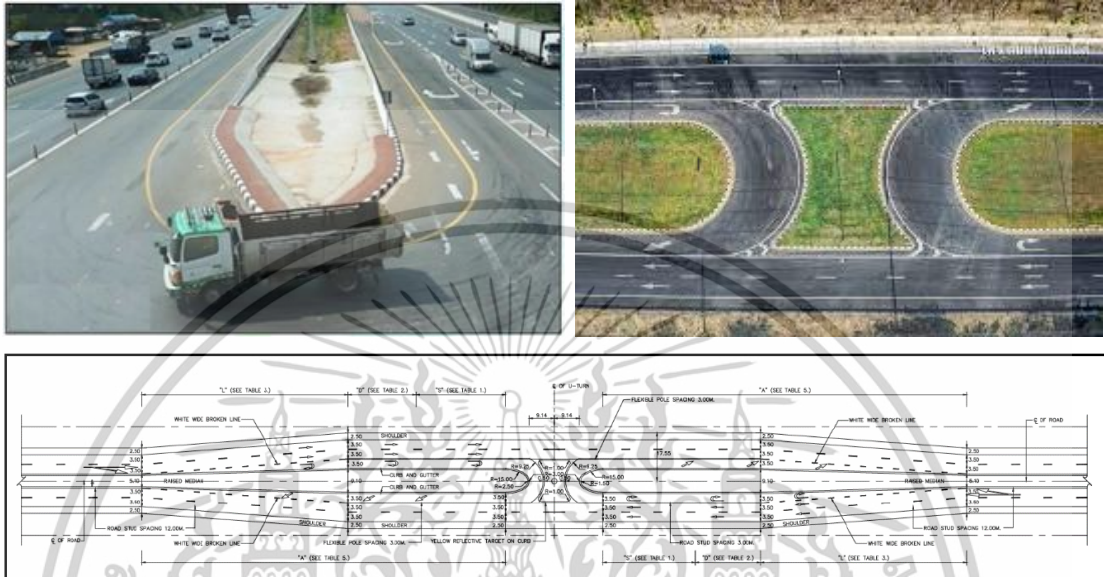
2.2.6 รูปแบบการปรับปรุงจุดกลับรถบนทางหลวงและการปรับปรุงจุดกลับรถใต้สะพาน

การพิจารณารูปแบบจุดกลับรถ จะคำนึงถึงความคล่องตัวในการสัญจร และลดจุดตัดกระแสจราจร ให้มากที่สุด โดยได้พิจารณานำมาประยุกต์ใช้ในแต่ละจุดกลับรถบนแนวเส้นทาง ดังนี้

1) **รูปแบบจุดกลับรถเกาะกลาง Inner to Inner** โดยทั่วไปการกลับรถบริเวณเกาะกลางแบบ Inner to Inner จะเหมาะสมกับรถขนาดเล็กที่มีวงเลี้ยวไม่เกิน 6.40 เมตร เนื่องจากเขตทางที่แคบและจำกัด ซึ่งในทางสายหลักจะมีการเดินทางและขนส่งของรถบรรทุกขนาดใหญ่ค่อนข้างมาก จึงทำให้เกิดการตัดกระแสจราจรจากการกลับรถของรถบรรทุกที่มีวงเลี้ยวที่กว้างกว่า ในการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงจึงต้องปรับปรุงรูปแบบกลับรถเกาะกลางแบบ Inner to Inner ให้มีขนาด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ใหญ่ขึ้น เพื่อรองรับการใช้จุดกลับรถของรถบรรทุกของทางสายหลัก โดยเพิ่มขนาดเกาะกลางให้มีขนาดความกว้าง เพิ่มขึ้น ซึ่งข้อจำกัดของจุดกลับรถรูปแบบนี้ คือ จะต้องมีความเพียงพอ และไม่อยู่ในพื้นที่ชุมชน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยของการเดินทางรถขนาดเล็ก (มอเตอร์ไซด์) ซึ่งจะมีปริมาณ มากในเขตพื้นที่ชุมชน



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างรูปแบบจุดกลับรถเกาะกลาง Inner to Inner

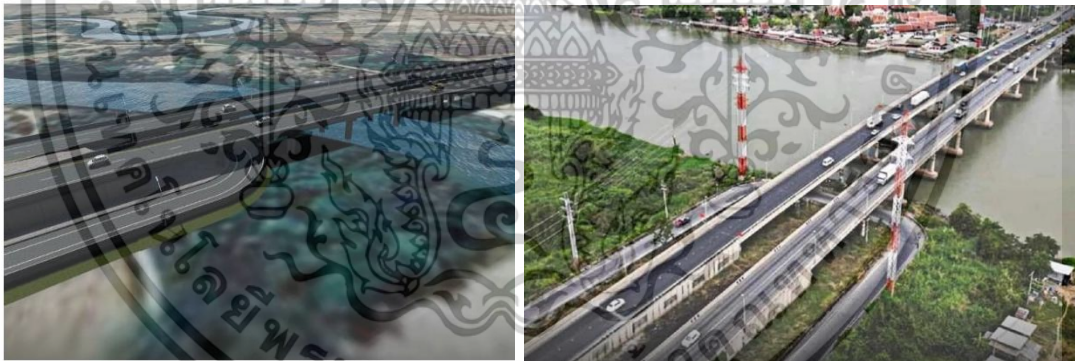
2) รูปแบบจุดกลับรถลอดใต้สะพานยก (สะพานยกช่วงสั้น) การกลับรถแบบลอดใต้สะพานยก จะเป็นรูปแบบกลับรถที่ลดจุดตัดกระแสจราจรบนทางสายหลัก เนื่องจากทางสายหลักจะเดินทางข้ามจุดกลับรถใต้สะพาน และผู้ใช้ขีที่จะใช้จุดกลับรถจะต้องเบี่ยงจราจร (Diverging) มาทางถนนคู่ขนาน (Frontage) หรือทางบริการ (ก่อสร้างถนนบริการ/ทางคู่ขนาน) เพื่อเข้าสู่จุดกลับรถใต้สะพาน โดยโครงสร้าง สะพานจะเป็นสะพานยกช่วงสั้น 1 – 3 ช่วงสะพาน ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และความสูงของสะพาน โดยการออกแบบเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพทางหลวงสายหลักจะออกแบบให้บริเวณจุดกลับรถสะพานยกดังกล่าว มีความลาดเรียบที่ความลาดชัน (Grade) ประมาณ 2.0 – 2.5 % เพื่อให้การเดินทางสายหลักไม่อยู่ในสภาพ Rolling โดยความสูงช่องลอด (Clearance) จะกำหนดเบื้องต้นสำหรับการเดินทางของรถขนาดเล็กที่ความสูง 3.5 เมตร ในกรณีที่ต้องการให้จุดกลับรถสามารถรองรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ได้ จะพิจารณาเป็นเฉพาะจุด และ เปรียบเทียบกับรูปแบบกลับรถอื่นที่มีความเหมาะสมที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างรูปแบบจุดกลับรถลอดใต้สะพานบก (สะพานช่วงสั้น)

3) รูปแบบจุดกลับรถลอดใต้สะพานข้ามลำน้ำ การกลับรถแบบลอดใต้สะพานข้ามลำน้ำ จะเป็นรูปแบบกลับรถที่ประยุกต์ใช้ร่วมกับโครงสร้างสะพานข้ามลำน้ำที่จะต้องก่อสร้างเพื่อข้ามลำน้ำ เดิมให้เกิดประโยชน์สูงสุดบนถนนทางหลวง เพื่อลดจุดตัดกระแสจราจรบนทางสายหลัก โดยมีหลักการเช่นเดียวกับ การกลับรถลอดใต้สะพานบก และสำหรับการออกแบบเพื่อปรับปรุง ประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก จะทำการพิจารณาปรับปรุง และ/หรือรี้อสะพานเดิม เพื่อทำการยก สะพานข้ามลำน้ำขึ้นให้มีระยะความสูงช่องลอด (Clearance) 3.5 - 5.5 เมตร ขึ้นอยู่กับความ เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การใช้จุดกลับรถในแต่ละพื้นที่ศึกษา โครงการ โดยเบื้องต้นจะพิจารณา ความสูงช่องลอดที่ 5.5 เมตร เพื่อสอดคล้องกับการใช้งานของถนนทางหลวงสายหลัก



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างรูปแบบจุดกลับรถลอดใต้สะพาน ข้ามลำน้ำ

4) รูปแบบจุดกลับรถโครงสร้างสะพานเกือกม้า (U-turn Bridge) การกลับรถแบบ ก่อสร้างโครงสร้างสะพานกลับรถเกือกม้า เป็นรูปแบบกลับรถที่ลดจุดตัดกระแสจราจรบนทางสาย หลักที่มีการก่อสร้างทั่วไปบนถนนทางหลวง โดยมีหลักการเดียวกับการกลับรถลอดใต้สะพานบก และ มีการก่อสร้างโครงสร้างสะพานขนาดใหญ่ยาวเป็นรูปตัว U หรือรูปเกือกม้า มีค่าก่อสร้างสูงกว่า รูปแบบจุดกลับรถอื่น ๆ และใช้เขตทางมาก เนื่องจากตัวโครงสร้างสะพานจะอยู่บนถนนคู่ขนาน (Frontage) และต้องมีถนนบริการ (ก่อสร้างถนน บริการ/ทางคู่ขนาน) สำหรับการเข้า-ออกของผู้ยู่ อาศัยติดเขตทางหลวงในบริเวณที่ก่อสร้างสะพานเกือกม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ตัวอย่างรูปแบบจุดกลับรถโครงสร้างสะพานเกือกม้า (U-turn Bridge)

2.2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาแนวทางการปรับถนนสายหลัก

Nicoli, F., Pratelli, A., & Akcelik, R. (2015) ได้ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงข่ายถนนด้านตะวันตกเชื่อมโยงโรงพยาบาลประจำเมืองลูกกา ประเทศอิตาลี โดยทำการปรับปรุงกายภาพของถนนและทางแยกต่าง ๆ ให้มีความสอดคล้องกับคุณลักษณะของถนน และสัมพันธ์กับปริมาณจราจรบนโครงข่าย รวมถึงการปรับรอบ และระยะเวลาสัญญาณไฟต่าง ๆ จากนั้นได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพจราจร Sidra (Traffic Simulation Model) ในการเปรียบเทียบตัวชี้วัดสภาพจราจร กรณีสภาพปัจจุบัน กับกรณีปรับปรุงตามแนวคิดโดยผลการเปรียบเทียบ พบว่า ระดับการให้บริการโดยรวมของโครงข่ายดีขึ้นจากระดับ F เป็นระดับ D และช่วยความเร็วเฉลี่ยของการเดินทางบนโครงข่าย จาก 5.3 กม./ชม. เป็น 22.9 กม./ชม. แสดงผลการเปรียบเทียบตัวชี้วัดโดยแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และหลังการปรับปรุงโครงข่ายถนนด้านตะวันตกเชื่อมโยงโรงพยาบาลประจำเมืองลูกกา ประเทศอิตาลี ดังตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 ผลการเปรียบเทียบตัวชี้วัดโดยแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และหลังการปรับปรุงโครงข่ายถนนด้านตะวันตกเชื่อมโยงโรงพยาบาลประจำเมืองลูกกา ประเทศอิตาลี

Performance Measure	Units	Network A PRESENT SITUATION	Network B DESIGN SITUATION	Difference Network B - Network A	% Difference Diff / Network A
Network Level of Service (LOS)		LOS F	LOS D	N/A	N/A
Travel Time Index		0.07	3.99	3.92	5868.0
Speed Efficiency		0.11	0.46	0.35	333.0
Congestion Coefficient		9.43	2.18	-7.25	-76.9
Travel Speed (Average)	km/h	5.3	22.9	17.6	333.0
Degree of Saturation		3.383	1.178	-2.205	-65.2
Cost (Total)	\$/h	12,804.54	4,506.74	-8,297.80	-64.8
Fuel Consumption (Total)	L/h	1,505.0	824	-680.1	-45.2
Carbon Dioxide (Total)	kg/h	3,536.8	1,938.6	-1,598.1	-45.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Giles-Corti, B., Lowe, M., & Arundel, J. (2017) ได้กล่าวว่า การพัฒนาถนนสายหลักอย่างเหมาะสมจะต้องสามารถตอบสนองเป้าหมายของทั้งสองภาคส่วนได้ในเวลาเดียวกัน โดยได้นำเสนอ แนวโน้มสำคัญ 2 ประการในการออกแบบถนนสายหลัก ได้แก่

(1) การประเมินผลสัมฤทธิ์ของถนนโดยอิงจากตัวชี้วัดที่ครอบคลุมผู้ใช้ถนนหลากหลายกลุ่ม ไม่จำกัดเฉพาะผู้ใชยานยนต์เท่านั้น แต่รวมถึงคนเดินเท้า ผู้ใช้จักรยาน ผู้โดยสารระบบขนส่งสาธารณะ และผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง

(2) การนำหลักวิศวกรรมจราจรและการออกแบบถนนที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย มาใช้ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งอาจนำไปสู่ประโยชน์ด้านความปลอดภัย คุณภาพอากาศ และคุณภาพชีวิตโดยรวม

จะเห็นว่าความสำคัญของการพัฒนาถนนสายหลักไม่มุ่งเน้นเพียงแค่การเพิ่มความสามารถในการรองรับปริมาณจราจร แต่ยังต้องคำนึงถึง ผลกระทบต่อชุมชน สุขภาพ ความปลอดภัย ความยืดหยุ่น ต่อสถานการณ์ฉุกเฉิน และความยั่งยืนของโครงสร้างพื้นฐานในระยะยาว โดยการใช้เทคโนโลยีและแบบจำลองจราจรควบคู่กับแนวคิดออกแบบที่บูรณาการหลากหลายมิติ จะช่วยให้การปรับปรุงถนนสายหลักบรรลุผลอย่างแท้จริงทั้งด้านวิศวกรรม เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

2.3 แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Microscopic Simulation) หมายถึง การจำลองสภาพการจราจร โดยเป็นการพัฒนาแบบจำลองพฤติกรรมในการเคลื่อนที่ของยานพาหนะแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นจริงบนโครงข่ายถนน เพื่อนำแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นมาใช้ในการวิเคราะห์สภาพจราจรที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน โดยเป็นการนำเสนอสภาพของการจราจร ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างโดยการสังเกต และการเก็บข้อมูลในทางสถิติ ซึ่งการจำลองพฤติกรรม และลักษณะในการเคลื่อนที่ของยานพาหนะจะถูกพิจารณาเป็นช่วงเวลาย่อย ๆ โดยอาศัยหลักการพื้นฐานของการเคลื่อนที่ และพฤติกรรมในการขับขี่ยานพาหนะแต่ละคัน (ทวี วิชัยเมธาวิ, 2546)

การจำลองพฤติกรรมการเคลื่อนที่ในลักษณะแบบพลวัต (Dynamic) ของยานพาหนะแต่ละประเภท แบบรายคันในโครงข่ายถนนแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค เป็นเครื่องมือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยจำลองสภาพการจราจรของรูปแบบการเดินทางประเภทต่าง ๆ และช่วยประเมินประสิทธิภาพการจราจร ในรูปแบบของตัวชี้วัดต่าง ๆ เช่น ความเร็วในการเดินทาง ความล่าช้าในการเดินทาง หรือความยาวแถวคอยได้

2.3.1 ความสำคัญของการจำลองสภาพการจราจร

(Wuttikrai Chaipanha and Ponerid Klungboonkrone, 2010) ได้กล่าวว่า การพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Micro Simulation) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางเลือกต่าง ๆ เป็นการประเมินผลและเสนอแนะทางเลือกที่ดีที่สุด ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่เป็นวิทยาศาสตร์ และมีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย เพราะสามารถจำลองสภาพการจราจรที่เกิดขึ้น และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบสภาพการจราจรในสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในอนาคต ทำให้สามารถประหยัดทั้งค่าใช้จ่ายและเวลา รวมทั้งสามารถปรับปรุงรูปแบบทางเลือกในการแก้ไขปัญหาได้ก่อนการตัดสินใจดำเนินการก่อสร้างจริง

ในสถานการณ์ปัจจุบันเกิดปัญหาทางด้านการจราจรเป็นจำนวนมาก ซึ่งการแก้ไขปัญหาการจราจรเฉพาะจุดไม่สามารถจัดการแก้ไขปัญหาด้านจราจรได้อย่างหมดสิ้น ดังนั้นควรที่จะต้องมีการแก้ไขปัญหาการจราจรแบบครอบคลุมทั้งโครงข่าย ซึ่งการแก้ไขปัญหาทางด้านการจราจรให้ครอบคลุมทั้งโครงข่ายนั้นเป็นไปได้ยาก การวิเคราะห์สภาพการจราจรในปัจจุบันโดยการใช้แบบจำลองจึงเป็นวิธีที่มีความสำคัญที่จะสามารถทดสอบสภาพการจราจรด้วยระบบคอมพิวเตอร์หลังจากที่ได้สร้างแบบจำลองสภาพการจราจรแล้ว จะสามารถตรวจสอบและนำมาใช้ในการวิเคราะห์สภาพการจราจรของโครงข่ายถนนในปัจจุบัน และทำให้สามารถหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาจราจรเพิ่มประสิทธิภาพของโครงข่ายการจราจรได้ อีกทั้งยังสามารถใช้ในการประเมินทางเลือกของโครงการก่อสร้างต่างๆ ในอนาคต ซึ่งได้มีการยกตัวอย่างข้อดีและข้อเสียของการจำลองสภาพการจราจรไว้ดังนี้

ข้อดี

- สามารถจำลองสภาพการจราจรที่ไม่สามารถเกิดขึ้นจริงบนถนนได้ เช่น การเกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น ทำให้สามารถใช้ในการศึกษาผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นได้
- การจำลองสภาพการจราจรเป็นการจำลองเพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของยานพาหนะแต่ละคันซึ่งจะให้ผลการวิเคราะห์ที่ดีกว่าการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของยานพาหนะแบบกลุ่ม
- สามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลการจราจรที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ผลในโปรแกรมได้โดยง่าย
- สามารถจำลองสภาพการจราจรได้แบบ Real Time ทำให้สามารถทราบสภาพการจราจรในปัจจุบันที่เกิดขึ้นอยู่ได้อย่างทันที
- สามารถพัฒนาแบบจำลองระบบใหม่ๆ ได้ และสามารถเลือกผลการวิเคราะห์ต่างๆ ที่มีความเหมาะสม
- สามารถจำลองสภาพการจราจรซ้ำๆ ได้หลายรอบทำให้เกิดความสะดวกและความรอบคอบในการวิเคราะห์สภาพการจราจรในแต่ละทางเลือกได้
- เป็นการจำลองถึงพฤติกรรมจราจรขี้นยานพาหนะของผู้ใช้ถนน และรูปแบบของโครงข่ายถนนที่มีประสิทธิภาพเสมือนจริงที่สุด

ข้อเสีย

- ผู้ใช้ต้องมีพื้นฐานความรู้ และเข้าใจในการใช้โปรแกรมเป็นอย่างดี
- ต้องใช้เวลาเป็นอย่างมากในการสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรที่มีความซับซ้อนให้มีความเสมือนจริงมากที่สุด
- ต้องใช้ข้อมูลเป็นจำนวนมาก เพื่อให้การสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรมีความเสมือนจริง และมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองหรือการปรับแก้ค่าข้อมูลต่างๆ อาจจะต้องใช้ความละเอียดและใช้ระยะเวลานาน
- การใส่ค่าของข้อมูลผิดพลาด แม้จะเล็กน้อย อาจมีผลทำให้ค่าการวิเคราะห์การจำลองสภาพการจราจรมีความคลาดเคลื่อนเป็นอย่างมาก
- การจำลองสภาพการจราจรเป็นการจำลองโดยการสุ่มการกำเนิด ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ จะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละการทดสอบ
- มีค่าใช้จ่ายในการใช้งานที่สูง

Henry X. Liu and Saif Eddin Jabari ได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบสภาพก่อน และหลังปรับปรุงตามการออกแบบทางหลวง SR-41 ซึ่งเป็น 1 ในโครงข่าย Corridor Management Plan Demonstration (CMPD) โดย California Center for Innovative Transportation โดยได้ให้ข้อดีของการประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคในการศึกษาของโครงการดังกล่าว ดังต่อไปนี้ โดยได้นำเสนอข้อดี ไว้ ดังนี้

1. สามารถแสดงการไหลของการจราจรที่แม่นยำรวมถึงสามารถบันทึกการเคลื่อนไหว
2. สามารถใช้ในการประเมินกลยุทธ์ตามแนวโต้ตอบของยานพาหนะแต่ละคันทางการออกแบบต่าง ๆ ได้ เช่น การออกแบบระยะและรอบสัญญาณไฟที่เหมาะสม หรือการบริหารจัดการช่องจราจรต่าง ๆ
3. สามารถประเมินประสิทธิภาพของโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อสภาพจราจรได้
4. ช่วยในการให้ข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน
5. ช่วยในการวิเคราะห์สถานการณ์ทางเลือกในการพัฒนาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
6. สามารถระบุจุดคอขวด หรือจุดติดขัดของกระแสจราจรในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
7. ช่วยในการประเมินแนวทางบริหารจัดการต่าง ๆ เช่นการจัดช่องจราจรเฉพาะสำหรับรถโดยสาร (HOV Lane) หรือการเก็บค่าโดยสารในพื้นที่การจราจรแออัด (Congestion Pricing)
8. มีการนำเสนอข้อมูลจราจรที่ซับซ้อนให้อยู่ในรูปแบบของแอนิเมชันที่เข้าใจได้ง่าย

2.3.2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของโปรแกรมจำลองสภาพจราจร

(Mosseri, 2004) ได้ทำการเปรียบเทียบคุณลักษณะของโปรแกรมจำลองการจราจรระดับจุลภาคจำนวน 4 โปรแกรม ได้แก่ CORSIM, PARAMICS, VISSIM และ Sim Traffic โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาโปรแกรมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคในพื้นที่ Ocean Parkway เมืองนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นถนนในเขตเมือง มีรูปแบบการเดินทางแบบผสมผสาน และมีโครงสร้างทางกายภาพที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานทั่วไป จากผลการศึกษา พบว่าโปรแกรม VISSIM มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถรองรับโครงข่ายถนนที่มีความซับซ้อนและความหนาแน่นสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม VISSIM เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกที่ University of Karlsruhe ประเทศเยอรมนี ในช่วงทศวรรษที่ 1970 และถูกนำมาพัฒนาต่อโดย บริษัท Planung Transport Verkehr หรือ PTV โดยโปรแกรม VISSIM นั้น เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาเพื่อใช้ในการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ใช้ในการวางแผนและวิเคราะห์ประสิทธิภาพสำหรับงานทางด้านการคมนาคมและการขนส่ง เนื่องจากโปรแกรมมีความสามารถที่หลากหลาย สามารถจำลองและวิเคราะห์สภาพการจราจรในรูปแบบและเงื่อนไขต่างๆ เช่น ทางลอด ทางข้าม วงเวียน ทั้งที่ถูกควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟจราจรและไม่ถูกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร เป็นต้น และผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมมีความหลากหลาย เช่น ความล่าช้าในการเดินทาง ความเร็วเฉลี่ย ความยาวแถวคอย เวลาในการเดินทาง ปริมาณจราจร เป็นต้น

(Kaseko, 2002) ทำการศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรทั้งหมด 3 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรม VIMSIM, CORSIM และ SYNCHRO โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาโปรแกรมที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการศึกษาโครงการของ Nevada Department of Transport หรือ NDOT โดยได้ทำการแบ่งกรณีในการประเมินความสามารถของโปรแกรมออกเป็น 2 กรณี ดังนี้ กรณีที่ 1 การจราจรบนทางด่วนและทางแยกต่างระดับ และกรณีที่ 2 การจราจรบนโครงข่ายถนนในเมืองทั่วไป ซึ่งทางแยกถูกควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟจราจรแบบทำงานประสานกัน โดยได้ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรมทั้ง 3 โปรแกรม ซึ่งสามารถสรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรมจากทั้ง 2 กรณีได้ดังนี้

- โปรแกรม CORSIM เป็นโปรแกรมที่สามารถทำการสร้างโครงข่ายและสิ่งอำนวยความสะดวก (Coding) ได้โดยง่าย โดยมีแฟ้มข้อมูลในการ Output เพียงแฟ้มข้อมูลเดียว แต่ข้อเสียของโปรแกรม CORSIM คือ ไม่สามารถใช้ในการจำลองสภาพจราจรของวงเวียนและการจำลองการข้ามถนนของคนเดินเท้าได้

- โปรแกรม VIMSIM ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถสูง สามารถจำลองสภาพการจราจรในรูปแบบของวงเวียนและการจำลองข้ามถนนของคนเดินเท้าได้ แต่โปรแกรม VISSIM มีข้อเสียในด้านการสร้างโครงข่าย และสิ่งอำนวยความสะดวกในแบบจำลอง ซึ่งต้องใช้ข้อมูลและระยะเวลาที่มากกว่าโปรแกรมอื่นๆ รวมถึงจำนวนแฟ้มข้อมูลในการ Output ของโปรแกรม ยังแยกออกเป็นหลายแฟ้มข้อมูล

- โปรแกรม Sim Traffic เป็นโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้ง่ายที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับใน 3 โปรแกรมนี้ ทั้งในส่วนการสร้างโครงข่ายถนนและการจำลองสภาพการจราจร แต่โปรแกรม Sim Traffic นี้ จะไม่สามารถใช้สำหรับการจำลองสภาพการจราจรในรูปแบบของวงเวียน การจำลองการข้ามถนนของคนเดินเท้า และการจำลองระบบขนส่งมวลชนได้

(Milam and Stanek, 2003) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบโปรแกรมจำลองการจราจรระดับจุลภาคจำนวน 3 โปรแกรม ได้แก่ CORSIM, PARAMICS และ VISSIM โดยพิจารณาต่าง ๆ ได้แก่ ความสามารถในการพัฒนาแบบจำลองและการส่งออกข้อมูล การสร้างโครงข่ายถนนภายในแบบจำลอง ความสอดคล้องของผลการจำลองกับผลการวิเคราะห์ตามวิธีของ HCM รวมถึงความสามารถในการแสดงผลการจำลองในรูปแบบภาพเคลื่อนไหว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเหมาะสมของแต่ละโปรแกรมในการใช้งานจริง และสนับสนุนการตัดสินใจเลือกใช้โปรแกรมของวิศวกรให้สอดคล้องกับลักษณะโครงการที่ศึกษา การศึกษาได้ดำเนินการในบริเวณโครงข่ายของทางแยกต่างระดับแบบ Single-Point Urban Interchange (SPUI) ในรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา จากผลการวิเคราะห์พบว่า โปรแกรม VISSIM และ PARAMICS ให้ผลการจำลองที่สอดคล้องกับข้อมูลภาคสนามมากกว่าโปรแกรม CORSIM อีกทั้งยังสามารถแสดงผลได้ทั้งในรูปแบบสองมิติและสามมิติ

(Boxil, 2007) ได้สรุปจุดเด่นของแต่ละโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ได้แก่

- โปรแกรม AIMSUN มีจุดเด่นที่สามารถสร้างแบบจำลอง Gap Acceptance Behavior of Drivers บนพื้นฐานของความล่าช้า โดยที่แบบจำลองอื่นๆ ไม่สามารถทำได้
- โปรแกรม VSSIM มีจุดเด่นที่สามารถสร้างแบบจำลองการขับขี่บริเวณทางแยกที่มีความซับซ้อนได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสามารถจำลองพฤติกรรมรถจักรยานยนต์ได้
- โปรแกรม PARAMICS สามารถสร้างแบบจำลองที่มีความน่าเชื่อถือสูง เนื่องจากใช้ปริมาณการเดินทางจากต้นทางถึงปลายทางได้โดยตรง
- โปรแกรม DYNASIM เป็นโปรแกรมสำหรับพัฒนาแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพ และมีความเร็วในการประมวลผลสูงสุด
- โปรแกรม S-PARAMICS เหมาะสมกับการจำลองในพื้นที่กว้างและมีความสามารถในการจำลองระบบขนส่งสาธารณะได้ดี
- โปรแกรม CUBE DYNASIM เป็นโปรแกรมที่สามารถติดตามการเคลื่อนที่ของยานพาหนะแต่ละคัน และสามารถจำลองพฤติกรรมรถขับขี่จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจได้อย่างสมจริง

2.3.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคในการวิเคราะห์

การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคในการวิเคราะห์ดังกล่าว ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การกำหนดขอบเขตการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจร

สำหรับการจำลองสภาพการจราจรเพื่อวิเคราะห์สภาพการจราจรบนโครงข่ายที่ศึกษานั้น ขั้นตอนแรกคือการกำหนดขอบเขตของการศึกษา ทั้งนี้เพื่อให้การกำหนดจุดสำรวจและรวบรวมข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อให้ได้ข้อมูลผลการวิเคราะห์สภาพการจราจรที่ตรงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

2) การสำรวจและรวบรวมข้อมูล

เป็นขั้นตอนการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้พัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรตลอดจนนำไปใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลองให้ใกล้เคียงความเป็นจริง โดยเป็นข้อมูลทั้งในปัจจุบันหรือข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาดการณ์ ตลอดจนข้อมูลแผนและรูปแบบการพัฒนาโครงข่ายต่าง ๆ โดยสามารถจำแนกกว้าง ๆ ได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

- ข้อมูลลักษณะกายภาพ (Geometry Data) เช่น จำนวนของช่องจราจร ความกว้างของช่องจราจรและไหล่ทาง ประเภทและความกว้างของเกาะกลาง ลักษณะทางกายภาพของทางเชื่อม และลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ เป็นต้น
- ข้อมูลปริมาณจราจร (Traffic Volume Data) ในการศึกษาได้ทำการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจร และการคาดการณ์ปริมาณจราจร โดยจำแนกข้อมูลออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ ข้อมูลปริมาณจราจรบนช่วงถนน ที่ได้จากการสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน (Mid-Block Traffic Count: MBC) และปริมาณจราจรที่เข้า-ออกทางแยกจำแนกทิศทาง ซึ่งได้จากการสำรวจปริมาณจราจรบริเวณทางแยก (Turning Movement Count: TMC)
- ข้อมูลการควบคุมการจราจร (Traffic Control Data) คือ รูปแบบการควบคุมบริเวณถนนและทางแยก เช่น จักรหะและรอบสัญญาณไฟจราจร หรือป้ายจราจรต่าง ๆ ตามกฎหมาย การห้ามจอดบนพื้นทาง การกำหนดเส้นทางเดินรถทิศทางเดียว เป็นต้น

3) การพัฒนาแบบจำลองฐาน (Base Model Development)

กระบวนการพัฒนาแบบจำลองฐานแบ่งได้เป็น 6 ส่วนหลัก ดังนี้

- การตั้งค่าข้อมูลพื้นฐานสำหรับแบบจำลอง (Base Data for Simulation)
ธรรมชาติของการเป็นแบบจำลองด้านการจราจรที่มีการเฟ้นสุ่ม (Stochastic) จึงจำเป็นต้องมีฟังก์ชันทำให้แบบจำลองมีความหลากหลาย โดยหลักการสำคัญของแบบจำลอง จึงกำหนดตัวแปรในลักษณะที่เป็นการกระจายตัวแบบเฟ้นสุ่ม (Stochastic) สำหรับ Base Data for Simulation ประกอบด้วย การตั้งค่าเบื้องต้นของโครงข่ายและแบบจำลองยวดยาน เช่น Distributions, Functions และ Behavior Parameters เป็นต้น
- การสร้างโครงข่ายจราจร (Traffic Network Build)
ขั้นตอนการสร้างโครงข่ายจราจร ได้แก่ สร้างโครงข่าย (Network Coding) การปรับเปลี่ยนความเร็ว (Desired Speed Changes) การกำหนดข้อมูลเส้นทาง (Automobile Traffic) และการกำหนดการเลือกเส้นทาง (Routing Decisions and Routes)
- การตั้งค่าตัวแปรในการประมวลผล (Simulation Parameters Setting)
การตั้งค่าในการประมวลผลในแบบจำลองในโปรแกรม VISSIM โดยมีรายละเอียดสำคัญที่ต้องกำหนด ได้แก่ ช่วงเวลาในการประมวลผล (Period) ความละเอียดในการประมวลผล (Simulation Resolution) และ Random Seed ซึ่งเป็นตัวแปรเริ่มต้นสำหรับการสร้างตัวเลขสุ่ม (Random Number) ที่จะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลมีความแตกต่างกัน
- การตั้งค่าการประเมินผลลัพธ์ของแบบจำลอง (Evaluations Configuration)
ขั้นตอนการตั้งค่าการประเมินผลลัพธ์ของแบบจำลอง ได้แก่ การตั้งค่าการส่งออกผลลัพธ์ (Evaluation Output) และกำหนดตำแหน่งวัดค่าผลลัพธ์ (Data Collection Point)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การประมวลผลแบบจำลอง (Simulation Run)

ผลของการประมวลผลแบบจำลองโดยทั่วไปจะเป็นค่าเฉลี่ยของค่าตัวชี้วัดที่สนใจ ความมั่นใจในผลการประมวลผลจึงขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งของการประมวลผลแบบจำลอง ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 3 ประการ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด (Maximum Error) ระดับความเชื่อมั่น (Degree of Confidence) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ถ้าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าสูงเนื่องจากผลมีความแปรผันมากต้องทำการประมวลผลในจำนวนครั้งที่มากขึ้น

4) การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนเบื้องต้น (Error checking)

เป็นขั้นตอนที่ทำการตรวจสอบและค้นหาข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการสร้างชั้นของข้อมูลต่าง ๆ และการป้อนข้อมูลต่าง ๆ เข้าสู่แบบจำลอง เพื่อให้เกิดความมั่นใจก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการปรับเทียบแบบจำลอง ซึ่งวิธีการพื้นฐานที่ใช้ในการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนเบื้องต้นของแบบจำลอง ได้แก่ การทบทวนข้อมูลนำเข้า (Review Input Data) และการทบทวนการแสดงผลจากภาพเคลื่อนไหว (Review Animation)

5) การปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration) และตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Validation)

การปรับเทียบแบบจำลองเป็นกระบวนการที่ทำการปรับค่าตัวแปรบางตัว (Calibration) ในแบบจำลองเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลแบบจำลองมีค่าที่ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการสำรวจ โดยแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ (Validation) ซึ่งผลการเปรียบเทียบต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (เกณฑ์การปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง หลังจากนั้นทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองแล้ว จึงใช้แบบจำลองฐานดังกล่าวนำไปใช้ในการวิเคราะห์และประเมินทางเลือกต่าง ๆ ต่อไป โดยในการศึกษาจะใช้ตัวแปรปริมาณจราจรในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

โดยหลักการทดสอบทางสถิติการตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคนั้นได้มีการพิจารณาโดยใช้ค่าทางสถิติของ GEH ในการเปรียบเทียบค่าของกระบวนการปรับแก้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Quadstone, 2003) ซึ่งค่า GEH เป็นค่าทางสถิติที่ใช้ในการคำนวณในงานด้านวิศวกรรมจราจร เป็นการคาดการณ์ปริมาณจราจร และแบบจำลองด้านการจราจร โดยค่า GEH นั้น เป็นค่าที่พัฒนามาจากหลักการทางสถิติที่เรียกว่า ไค-สแควร์ (Chi-squared) สามารถคำนวณได้จากสมการ 2.1

$$GEH = \sqrt{\frac{2(simulation-observed)^2}{(simulation+observed)}} \quad \text{สมการที่ 2.1}$$

โดยที่ *Simulation* คือ ค่าที่ได้จากแบบจำลอง

Observed คือ ค่าที่ได้จากการสำรวจจริง

ซึ่งค่า GEH ที่ได้สามารถประมวลผลได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า $GEH < 5.0$ หมายถึง ปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลภาคสนาม

ถ้า $5 < GEH < 10$ หมายถึง ต้องมีการพิจารณาและตรวจสอบ เพื่อปรับเทียบปริมาณการจราจรใหม่อีกครั้ง

ถ้า $GEH > 10$ หมายถึง ปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลจากภาคสนาม

ดัชนีในการชี้วัดความถูกต้องของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค เพื่อให้ได้ค่าที่สอดคล้องกับข้อมูลจากการสำรวจจริงมากที่สุด ซึ่งเกณฑ์ในการเปรียบเทียบแบบจำลองของ DMRRB เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับและมีการนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายเกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลองของ DMRB แสดงในตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 เกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลองที่แนะนำโดย Design Manual for Roads and Bridges (DMRB)

เกณฑ์การทวนสอบแบบจำลอง	เกณฑ์ยอมรับได้ที่แนะนำ
การเปรียบเทียบปริมาณจราจรจากการสำรวจและแบบจำลอง 1. แตกต่างไม่เกินร้อยละ 15 สำหรับปริมาณจราจรในช่วง 700-2,700 คันต่อชั่วโมง 2. แตกต่างไม่เกิน 100 คัน สำหรับปริมาณจราจรน้อยกว่า 700 คันต่อชั่วโมง 3. แตกต่างไม่เกิน 100 คัน สำหรับปริมาณจราจรมากกว่า 2,700 คันต่อชั่วโมง 4. ปริมาณจราจรรวมทั้งหมดแตกต่างไม่เกินร้อยละ 5 5. - ค่าสถิติ GEH น้อยกว่า 5 สำหรับปริมาณจราจรแต่ละทิศทาง - ค่าสถิติ GEH น้อยกว่า 4 สำหรับปริมาณจราจรรวม	จำนวนจุดทวนสอบที่ผ่านเกณฑ์ ครอบคลุมไม่น้อยกว่าร้อยละ 85

6) การประยุกต์ใช้แบบจำลองในการวิเคราะห์ทางเลือก

หลังจากที่ได้ทำการปรับเทียบและทวนสอบแบบจำลองแล้วเสร็จ จะใช้แบบจำลองทำการทดสอบ วิเคราะห์ ผลกระทบด้านการจราจร และประสิทธิภาพจากโครงการพัฒนาต่าง ๆ ตามแผนงานของโครงการฯ ต่อไป โดยทำการวิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพผลการจราจรตามลักษณะการปรับปรุงด้านกายภาพและการจัดการ ได้แก่

(1) การปรับปรุงช่วงถนน (Midblock)

(2) การปรับปรุงบริเวณแยกสัญญาณไฟจราจร (Traffic Signal Intersection)

(3) การปรับปรุงรูปแบบอื่นๆ อาจจะประกอบด้วย การปรับลักษณะจุดกลับรถจาก Inner-to-outer เป็น Inner-to-inner หรือ การปิดจุดกลับรถ และ การสร้างจุดกลับรถลักษณะสะพานบกหรือสะพานเกือกม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในการประเมินประสิทธิภาพด้านการจราจรทั้งในกรณีสภาพปัจจุบันและกรณีมีการปรับปรุงโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจร (Traffic Simulation Model) ดังกล่าว จะทำให้ทราบถึงรูปแบบและช่วงปีที่เหมาะสมในการปรับปรุงที่เหมาะสมในมุมมองของการจราจรเท่านั้น

2.4 แนวคิดและทฤษฎีด้านการจราจร

การประเมินประสิทธิภาพของถนน ประกอบด้วย การวิเคราะห์ค่าดัชนีการจราจร Capacity Ratio), ค่าความล่าช้า (Delay) และ ระยะความยาวของแถวคอย ซึ่งสามารถประเมินประสิทธิภาพและวิเคราะห์ความล่าช้าของกระแสจราจรได้โดยการเปรียบเทียบระดับการให้บริการ (Level of Service, LOS) (Transportation Research Council, 2000)

2.4.1 ความล่าช้า (Delay)

เป็นตัวชี้วัดที่ใช้กันโดยทั่วไปสำหรับทางแยก คือ เวลาที่สูญหายไปในขณะที่เดินทาง อันเป็นผลมาจากปัญหาสภาพการจราจรติดขัดและระบบที่ใช้ควบคุมการจราจร หรือสาเหตุอื่น ๆ ซึ่งในบางครั้งผู้ขับขี่ไม่สามารถจัดการได้ โดยความล่าช้าจะแสดงผลออกมาในรูปแบบของตัวเลขในหน่วยวินาทีต่อคัน โดยแบ่งระดับการให้บริการบริเวณทางแยกตามความล่าช้าที่เกิดขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 2.16

ตารางที่ 2.16 การแบ่งระดับการให้บริการ (Level of Service, LOS) บริเวณทางแยก

ทางแยกไม่มีสัญญาณไฟจราจร (Unsignalized Intersections)		ทางแยกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร (Signalized Intersections)	
ค่าระดับการ ให้บริการ (Level of Service, LOS)	ความล่าช้าเฉลี่ย (Average Control Delay) วินาที/คัน	ค่าระดับการ ให้บริการ (Level of Service, LOS)	ความล่าช้าเฉลี่ย (Average Control Delay) วินาที/คัน
LOS A	0 - 10	LOS A	0 - 10
LOS B	> 10 - 15	LOS B	> 10 - 20
LOS C	> 15 - 25	LOS C	> 20 - 35
LOS D	> 25 - 35	LOS D	> 35 - 55
LOS E	> 35 - 50	LOS E	> 55 - 80
LOS F	> 50	LOS F	> 80

ที่มา : Highway Capacity Manual 2000 (HCM 2000)

2.4.2 ความเร็วในการเดินทาง (Speed)

ในกระแสจราจรรถยนต์แต่ละคันจะวิ่งด้วยความเร็วที่แตกต่างกันการอธิบายคุณสมบัติความเร็วของกระแสจราจรจึงใช้ลักษณะการกระจายตัวของความเร็วที่รถยนต์ในกระแสจราจรในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอธิบายคุณสมบัติดังกล่าว และจำเป็นที่ต้องใช้ความเร็วเฉลี่ยเป็นตัวแทนของความเร็วของยานยนต์ทั้งหมดในกระแสจราจร ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

1) Average Travel Speed หมายถึง ระยะทางช่วงหนึ่งที่กำหนดของถนนต่อเวลาการเดินทางเฉลี่ยของยานยนต์ทั้งหมดที่แล่นผ่านช่วงระยะทางดังกล่าว ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางอาจเรียกได้ว่า ความเร็วเฉลี่ยตามระยะทาง

2) Space Mean Speed, SMS หมายถึง ค่าเฉลี่ยความเร็วของยานยนต์ทั้งหมดที่ครอบคลุมช่วงถนนที่พิจารณาในช่วงเวลาที่กำหนด

3) Time Mean Speed หมายถึง ค่าเฉลี่ยความเร็วของยานยนต์ทั้งหมดที่วิ่งผ่านตำแหน่งใดๆ บนถนนหรือช่องจราจรในช่วงเวลาที่กำหนด

4) Free Flow Speed หมายถึง ความเร็วเฉลี่ยของยานยนต์บนสิ่งอำนวยความสะดวกที่กำหนดให้โดยวัดภายใต้สภาพปริมาณจราจรที่ต่ำ ผู้ขับขี่สามารถขับขี่ด้วยความเร็วที่ต้องการโดยที่ไม่ถูกจำกัดด้วยความล่าช้า

2.4.3 ความหนาแน่น (Density)

ความหนาแน่น (Density) หมายถึง จำนวนยานยนต์ที่ครอบคลุมพื้นที่ผิวจราจรในช่วงความยาวถนนหรือช่องจราจรที่กำหนด มีหน่วยเป็น คันต่อกิโลเมตร หรือ คันต่อช่องจราจร ความหนาแน่นกระแสจราจรเป็นค่าที่วัดโดยตรงได้ยาก โดยมากหาได้จากค่าอัตราการไหล (Rate of Flow หรือ Flow Rate) ต่อค่าความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง (Average Travel Speed) แสดงดังสมการที่ 2.2

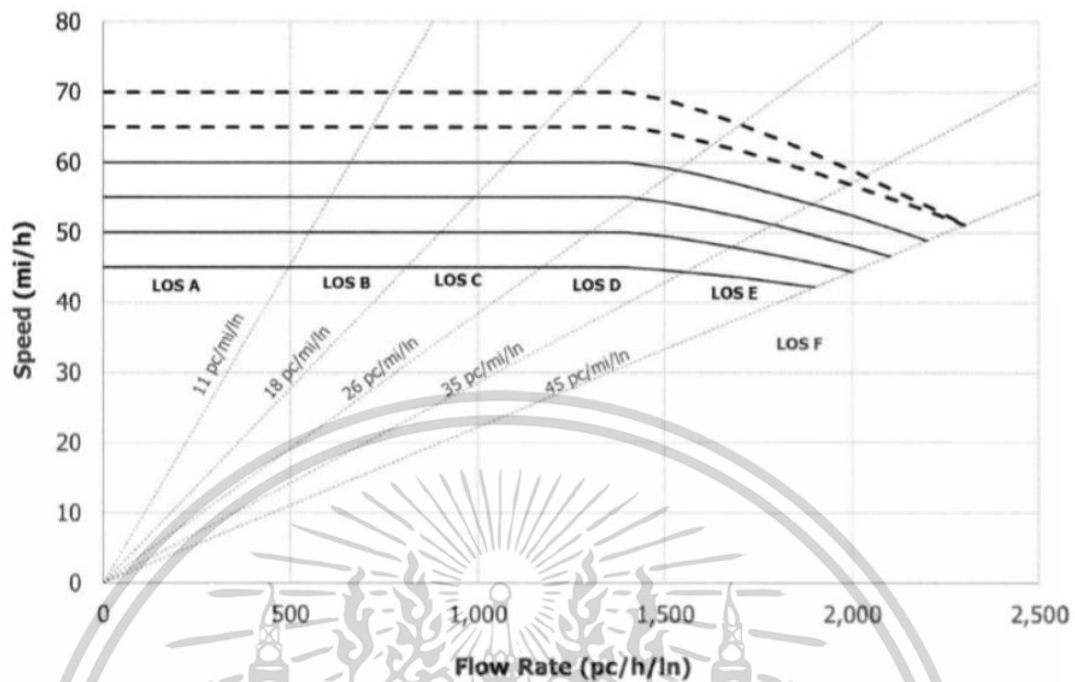
$$D = \frac{V}{S}$$

สมการที่ 2.2

โดยที่ D คือ ความหนาแน่น หน่วย คันต่อกิโลเมตร

V คือ อัตราการไหล หน่วย คันต่อชั่วโมงต่อช่องจราจร

S คือ ความเร็วเฉลี่ยที่หน้าตัด หน่วย กิโลเมตรต่อชั่วโมง



ที่มา: Highway Capacity Manual (HCM 2016)

รูปที่ 2.16 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว กับ ปริมาณจราจร กับ ระดับการให้บริการ

2.4.4 ระดับการให้บริการ (Level of Service)

Highway Capacity Manual หรือ HCM (2000) ได้ให้แนวทางในการประเมินสภาพการจราจรและประสิทธิภาพของถนนด้วยระดับการให้บริการ (Level of Service) ซึ่งสามารถแบ่งระดับการให้บริการ ออกเป็นทั้งหมด 6 ระดับ จากระดับ A ถึง ระดับ F (สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์, 2551) ดังนี้

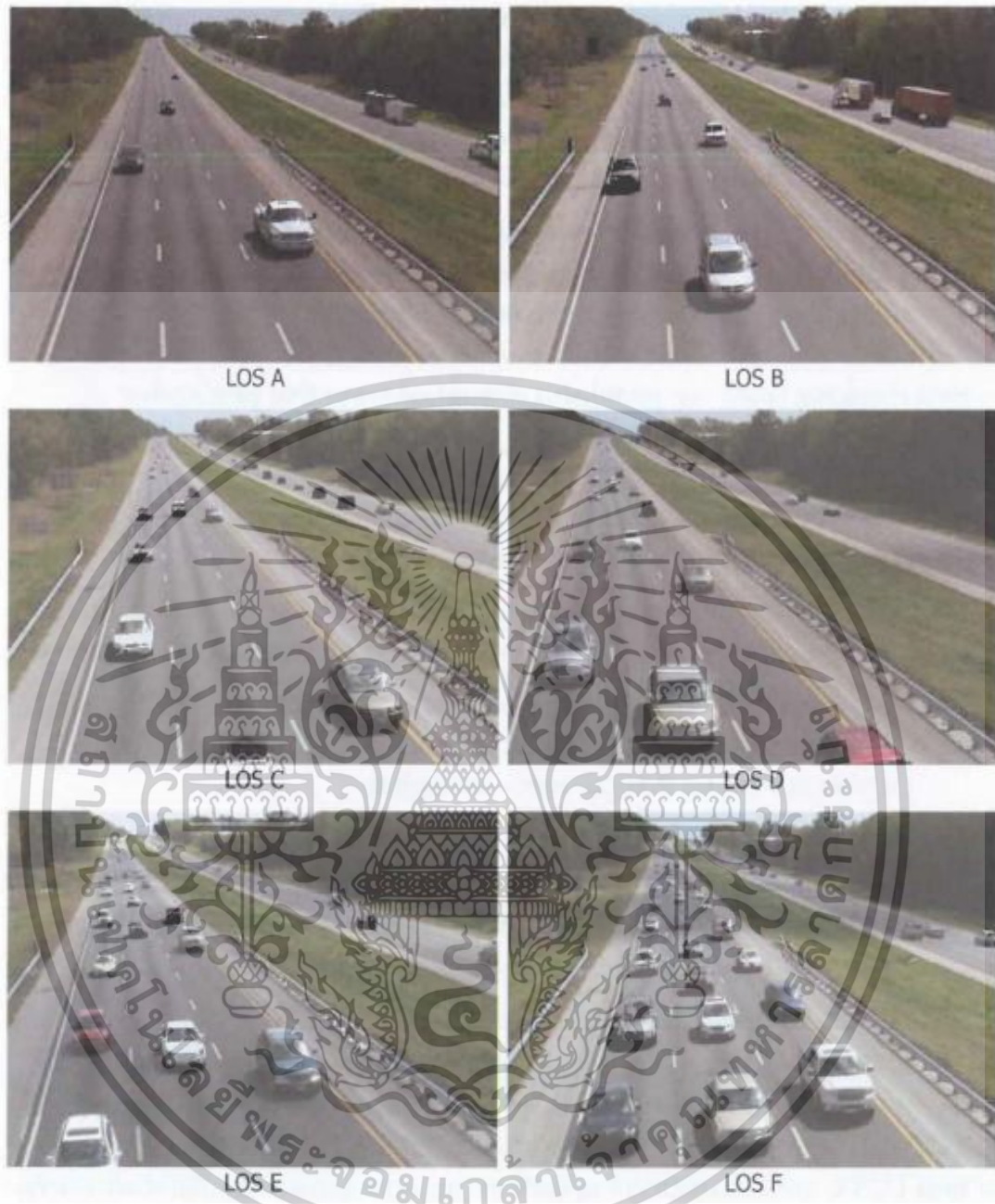
1. ระดับการให้บริการ A คือ ระดับการให้บริการที่ยานพาหนะแต่ละคันสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วอย่างอิสระ ซึ่งเป็นระดับของการให้บริการที่มีความสะดวกสบายต่อการขับขี่ที่ดีที่สุด โดยที่ผู้ขับขี่มีอิสระในการเลือกใช้ความเร็วได้ตามต้องการ
2. ระดับการให้บริการ B คือ ระดับการให้บริการที่ยานพาหนะสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วอย่างอิสระ โดยที่ผู้ขับขี่สามารถเลือกใช้ความเร็วของยานพาหนะได้อย่างอิสระ แต่อาจจะถูกจำกัดในเรื่องของการเปลี่ยนช่องจราจรบ้างเล็กน้อย แต่ยังคงเป็นระดับของการให้บริการที่มีความสะดวกสบายต่อการขับขี่ที่ดี โดยที่อุบัติเหตุและสภาพของถนนที่เป็นอุปสรรคในการขับขี่ของระดับการให้บริการนี้จะไม่มีผลกระทบต่ออาการจราจรของยานพาหนะ
3. ระดับการให้บริการ C คือ ระดับการให้บริการที่ยานพาหนะสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ใกล้เคียงกับความเร็วอิสระ โดยที่ความเร็วของยานพาหนะถูกจำกัดเพิ่มมากขึ้น และผู้ขับขี่ต้องระวังในการเปลี่ยนช่องจราจร อุบัติเหตุและสภาพของถนนที่เป็นอุปสรรคในการขับขี่ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับการให้บริการนี้จะเริ่มส่งผลกระทบต่อการสัญจรของยานพาหนะ และทำให้เกิดระยะของแถวคอยหรือเริ่มมีการสัญจรที่ติดขัดในตำแหน่งที่เป็นอุปสรรคต่อการขับเคลื่อนท้องถนน

4. ระดับการให้บริการ D คือ ระดับการให้บริการที่ยานพาหนะสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ลดลงเล็กน้อย โดยที่ปริมาณการจราจรและความหนาแน่นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ความอิสระในการใช้ความเร็วของยานพาหนะถูกจำกัดเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ความสะดวกสบายในการขับที่ลดน้อยลง อุบัติเหตุและสภาพของถนนที่เป็นอุปสรรคเพียงเล็กน้อยก็ส่งผลกระทบต่ออาการสัญจรของยานพาหนะ
5. ระดับการให้บริการ E คือ ระดับการให้บริการที่ยานพาหนะสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ลดลงอย่างมาก เมื่อเกิดการขัดข้องการจราจรเพียงเล็กน้อย เช่นการเปลี่ยนช่องจราจรหรือการที่ยานพาหนะจากทางเชื่อมวิ่งเข้ามาในทางหลัก ความอิสระในการใช้ความเร็วของยานพาหนะถูกจำกัดอย่างมาก ซึ่งเมื่อเกิดอุบัติเหตุและสภาพของถนนที่เป็นอุปสรรคเพียงเล็กน้อยก็ส่งผลกระทบต่ออาการสัญจรของยานพาหนะที่ติดขัดอย่างรุนแรงได้ เนื่องจากมีความจุของถนนในการรองรับยานพาหนะที่ไม่เพียงพอ และเป็นสภาพการจราจรที่มีความอึดอัดไม่สะดวกสบายต่อการขับชื้ออย่างมาก
6. ระดับการให้บริการ F คือ ระดับการให้บริการที่ยานพาหนะที่มีสภาพการจราจรที่ติดขัดขัดอย่างมาก โดยมีระยะของแถวคอยที่สูง ความอิสระในการใช้ความเร็วของยานพาหนะถูกจำกัดอย่างมาก ซึ่งเมื่อเกิดอุบัติเหตุและสภาพของถนนที่เป็นอุปสรรคเพียงเล็กน้อยก็ส่งผลกระทบต่ออาการสัญจรของยานพาหนะที่ติดขัดอย่างรุนแรงได้ และเป็นสภาพการจราจรที่มีความอึดอัดไม่สะดวกสบายต่อการขับชื้ออย่างมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา : Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010)

รูปที่ 2.17 สภาพการจราจรที่ระดับการให้บริการต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

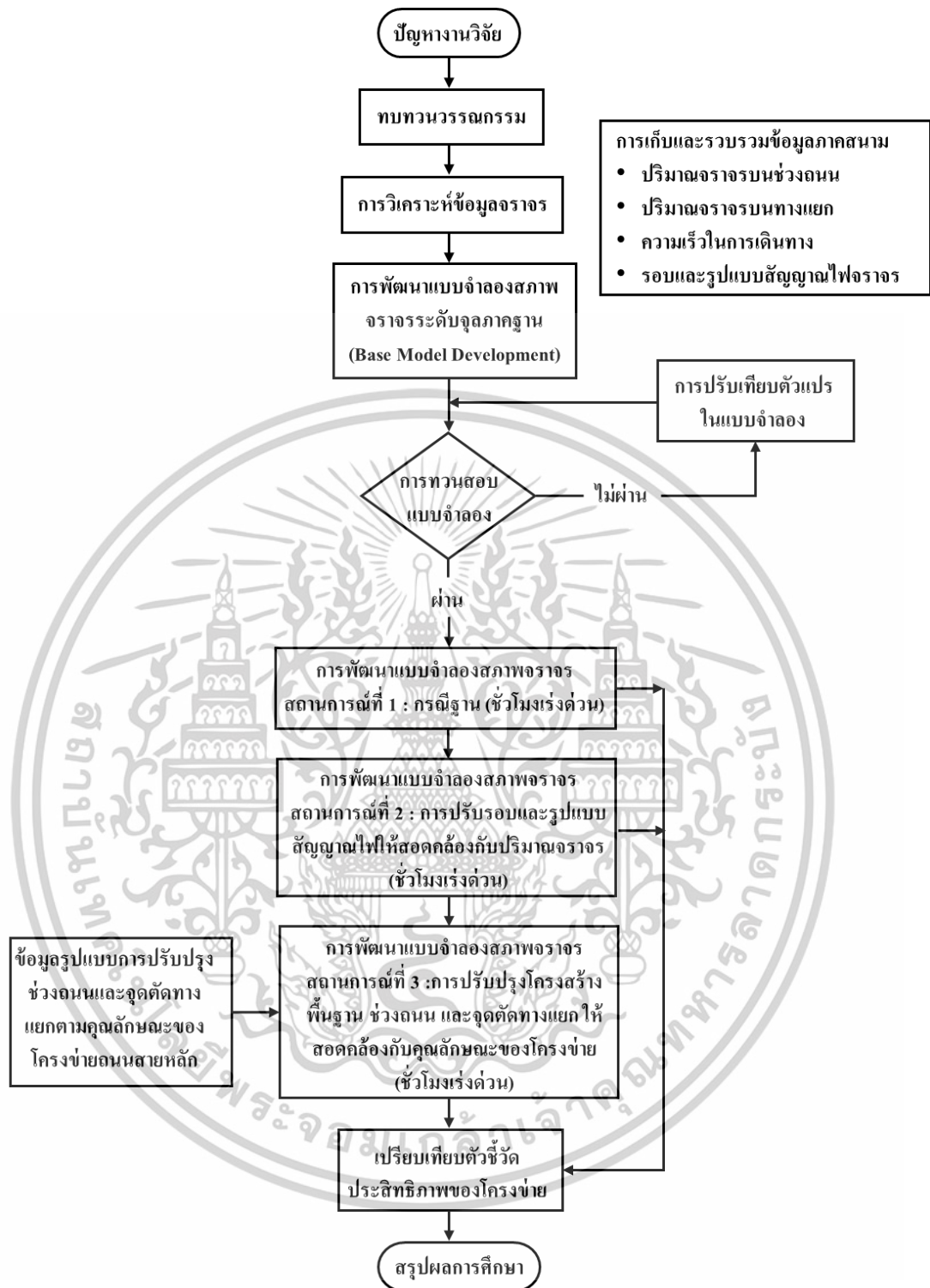
วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการและขั้นตอนในการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์การปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก กรณีศึกษาทางหลวงหมายเลข 4 ช่วง กม.276+300 - กม.315+000 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยศึกษาข้อมูลทางด้านวิศวกรรมจราจรในพื้นที่ที่ทำการศึกษา และการใช้โปรแกรมจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค โดยใช้โปรแกรม VISSIM ในการสร้าง และพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค ซึ่งโปรแกรม VISSIM เป็นโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่ได้รับการยอมรับ และมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สำหรับเป็นเครื่องมือในการพัฒนา และวิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรมจราจร รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำค่าที่ได้ไปประเมินประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการต่อไป

การศึกษารั้้งนี้ดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัย มีรายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 3.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แผนผังแนวทางการศึกษาและวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

จากแนวทางในการคัดเลือกพื้นที่ในการศึกษาจัดทำแผนการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลักเพื่อแก้ไขปัญหาจราจรและยกระดับความปลอดภัย ของกรมทางหลวง ได้ทำการจัดลำดับและให้คะแนนสายทางด้วยวิธีการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process, AHP) โดยพิจารณาจากเกณฑ์ในการจัดลำดับสายทาง 3 ปัจจัย ได้แก่ (1) ปริมาณจราจรต่อความจุ (v/c) (2) ค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทาง (Road-user Cost) และ (3) สถิติการเกิดอุบัติเหตุ (Accident) จากสายทางทั้งหมด ซึ่งทางหลวงแผ่นดิน ลำดับชั้นที่ 1 และ 2 มีระยะทางรวมของทางหลวงลำดับชั้นที่ 1 และ 2 เป็น 9,565 และ 11,842 กิโลเมตร ตามลำดับ

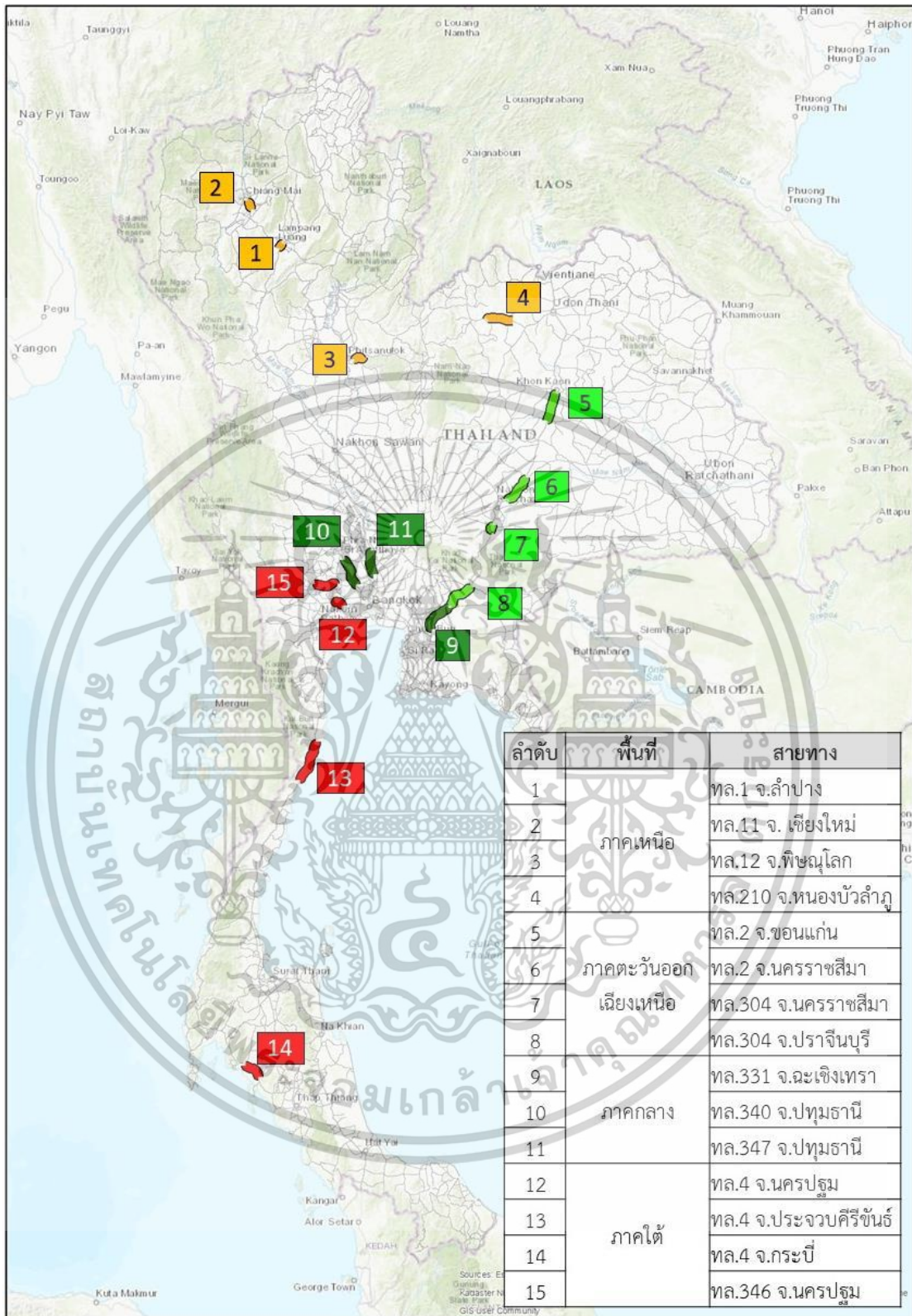
และได้ทำการจัดกลุ่มตามพื้นที่ 4 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ จากนั้นได้ทำการเชื่อมโยงเป็นโครงข่าย (Corridor) โดยพิจารณาจากขอบเขตของจังหวัด กลุ่มจังหวัด หรือเขตความรับผิดชอบของสำนักงานทางหลวง และคัดเลือกโครงข่ายแนวสายทางแยกเป็นรายภูมิภาค ประมาณภูมิภาคละ 100 กิโลเมตร ครอบคลุม ทั่วประเทศรวมไม่น้อยกว่า 400 กิโลเมตร จากการจัดโครงข่ายตามภูมิภาคเป็นชุดโครงข่ายแต่ละภูมิภาค (Short list Corridor) ประกอบกับคะแนนโครงข่าย (Corridor) แต่ละภาค สามารถสรุปโครงข่ายที่ได้รับการคัดเลือกแยกตามภาค ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 สรุปโครงข่ายที่ได้รับการคัดเลือกแยกตามภาค

พื้นที่	จำนวน corridor	สายทาง	ระยะทาง (กม.)
ภาคเหนือ	4	ทล.11 จ. เชียงใหม่	10.149
		ทล.210 จ.หนองบัวลำภู	33.446
		ทล.12 จ.พิษณุโลก	5.769
		ทล.1 จ.ลำปาง	14.500
ระยะทางรวม (กม.)			63.864
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	4	ทล.304 จ.ปราจีนบุรี	39.444
		ทล.304 จ.นครราชสีมา	8.095
		ทล.2 จ.นครราชสีมา	38.760
		ทล.2 จ.ขอนแก่น	39.800
ระยะทางรวม (กม.)			126.099
ภาคใต้	4	ทล.346 จ.นครปฐม	29.272
		ทล.4 จ.นครปฐม	18.873
		ทล.4 จ.กระบี่	24.421
		ทล.4 จ.ประจวบคีรีขันธ์	59.513
ระยะทางรวม (กม.)			132.079
ภาคกลาง	3	ทล.331 จ.ฉะเชิงเทรา	41.855
		ทล.347 จ.ปทุมธานี	37.200
		ทล.340 จ.ปทุมธานี	33.260
ระยะทางรวม (กม.)			112.315
ระยะทางรวมทั้งหมด (กม.)			434.357

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

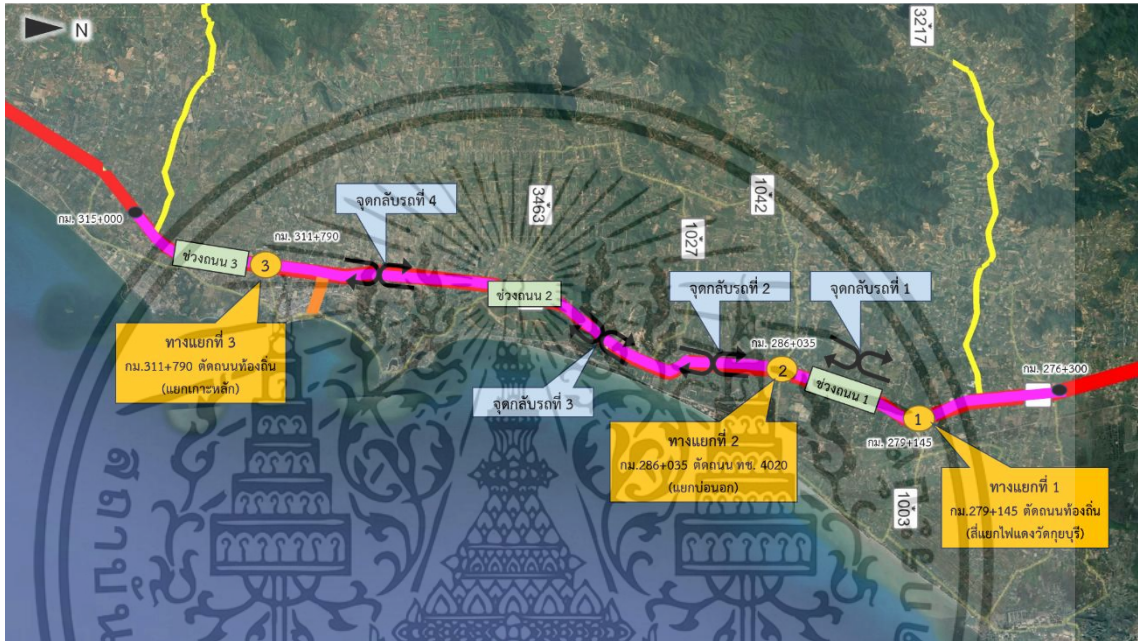


ที่มา: การศึกษาจัดทำแผนการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลักเพื่อแก้ไขปัญหาจราจรและยกระดับความปลอดภัย ของกรมทางหลวง

รูปที่ 3.2 ตำแหน่งของโครงข่ายที่ได้รับการคัดเลือกในภาพรวมทั้งประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการคัดเลือกพื้นที่ศึกษาที่กล่าวไปข้างต้น จึงได้เลือกพื้นที่ศึกษาบริเวณทางหลวงหมายเลข 4 ช่วง กม.276+300 - กม.315+000 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ดังแสดงใน รูปที่ 3.3 ถึงรูปที่ 3.4 ซึ่งเป็น ช่วงถนนที่มีทางแยกในชุมชนเมือง ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร และมีปริมาณจราจรที่สูง เนื่องจาก พื้นที่ดังกล่าวเป็นทางผ่านเดินทางเข้าสู่ภาคใต้ และอยู่ในเขตชุมชนเมือง ทั้งบริเวณทางแยกดังกล่าว ยังไม่มีสะพานยกระดับหรือทางลอด ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกพื้นที่ดังกล่าวมาศึกษาแนวทางการปรับปรุง เพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก



รูปที่ 3.3 พื้นที่ทำการศึกษทางหลวงหมายเลข 4 ช่วง กม.276+300 - กม.315+000 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

3.2 การเก็บข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลนั้น มีขั้นตอนต่าง ๆ คือ การสำรวจแยกศึกษา การเก็บภาพถ่ายของแยก การเก็บปริมาณจราจร และข้อมูลต่างๆทางด้านวิศวกรรมจราจรทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับการสร้างแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค ได้แก่

- ลักษณะกายภาพของทางแยก
- รอบสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยก
- ปริมาณจราจรบนช่วงถนนและทางแยก
- ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางและเวลาในการเดินทาง
- ความยาวแถวคอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การสำรวจลักษณะทางกายภาพบริเวณทางแยก

การเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา เพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลองประกอบไปด้วย จำนวนช่องจราจรที่ทางแยกในแต่ละทิศทาง ความกว้างของช่องจราจร และ ลักษณะการใช้ช่องจราจร ความกว้างและความยาวของช่องรอเลี้ยว รวมถึงป้ายแนะนำ และ ป้ายห้ามต่างๆ เป็นต้น โดยในการศึกษานี้จะใช้ล้อวัดระยะ (Measuring Wheel) ซึ่งเป็นอุปกรณ์หลักในการวัดระยะต่างๆ

3.2.2 การสำรวจรอบสัญญาณไฟที่ทางแยก

การสำรวจรอบสัญญาณไฟที่ทางแยกบริเวณพื้นที่ศึกษา ผู้สำรวจจะทำการจดบันทึกเวลาในแต่ละจังหวะของรอบสัญญาณไฟจราจร เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลองและนำมาทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองต่อไป

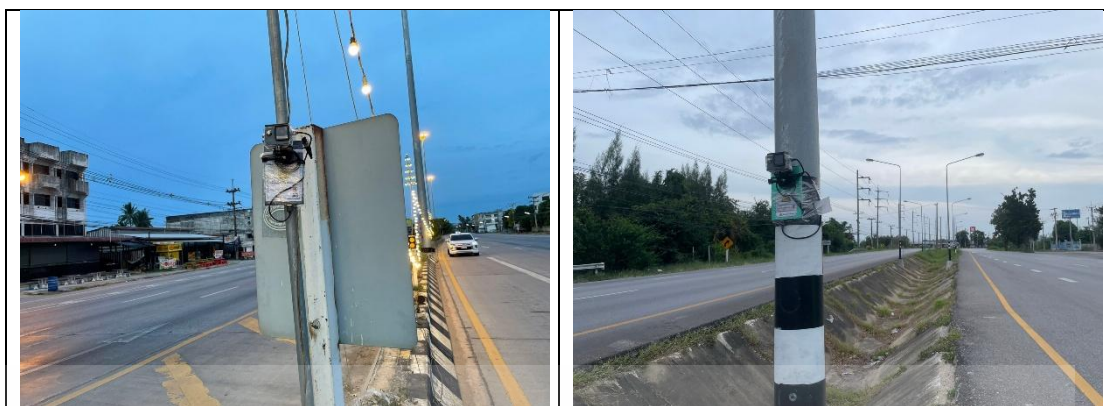
3.2.3 การสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรบนช่วงถนนและทางแยก

การดำเนินการสำรวจด้านจราจรประกอบไปด้วย การสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน (Mid-Block Classified Counts) การสำรวจปริมาณจราจรบริเวณทางแยก (Turning Movement Count) โดยดำเนินการสำรวจ 1 วัน ในวันทำงาน (วันอังคาร ที่ 20 สิงหาคม พ.ศ. 2566) โดยมีรายละเอียดในการสำรวจดังนี้

1. การสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน (Mid-Block Classified Counts) โดยแยกประเภทยานพาหนะและทิศทางการเดินทาง โดยวัตถุประสงค์ของการสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน คือ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับแก้แบบจำลองจราจรและขนส่งให้เป็นปัจจุบัน โดยในการสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน) จะเป็นการเก็บปริมาณจราจรด้วยการบันทึกด้วยกล้องวีดีโอ จะนับปริมาณจราจรโดยแยกทิศทางของรถที่วิ่งผ่านในแต่ละทิศทางของช่วงถนน โดยมีการจำแนกประเภทของยานพาหนะออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยแบ่งตามยานพาหนะเป็น 12 ประเภท ได้แก่ 1) รถจักรยาน 2) รถจักรยานยนต์ 3) รถสามล้อ 4) รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน 5) รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน 6) รถโดยสารขนาดเล็ก 7) รถโดยสารขนาดกลาง 8) รถโดยสารขนาดใหญ่ 9) รถบรรทุกขนาดเล็ก 10) รถบรรทุกขนาดกลาง 11) รถบรรทุกขนาดใหญ่ 12) รถบรรทุกกึ่งพ่วง ให้สอดคล้องตามประเภทของยวดยานที่วิ่งอยู่บนถนนในปัจจุบัน และดำเนินการให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ด้านวิศวกรรมจราจร และได้ทำการจำแนกการนับปริมาณจราจรทุกๆ 15 นาที เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 07:00 น. ถึง 19:00 น. จำนวน 3 จุด

2. การสำรวจปริมาณจราจรบริเวณทางแยก (Traffic Movement Counts) เป็นการสำรวจทำให้ทราบถึงสัดส่วนการเดินทางในทิศทางต่าง ๆ ณ ทางแยกนั้น ๆ สำหรับการสำรวจนี้ ทำการนับปริมาณจราจร โดยแยกทิศทางของรถที่วิ่งผ่านในแต่ละทิศทาง (Approach) ของทางแยก โดยจะทำการสำรวจในวันเดียวกันกับการสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน จำนวน 3 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 การเก็บปริมาณจราจรด้วยการบันทึกด้วยกล้องวิดีโอ

และนำปริมาณจราจรในแต่ละประเภทรถ มาปรับเปลี่ยนให้อยู่ในหน่วยเดียวกัน ค่าที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนจะเทียบเท่ากับค่าของรถยนต์ส่วนบุคคล (Passenger Car Unit, PCU) โดยค่าของแต่ละประเภทรถแสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ค่าของรถยนต์ส่วนบุคคล (Passenger Car Unit, PCU) โดยค่าของแต่ละประเภทรถ

ลำดับ	ประเภทยานพาหนะ	PCE
1.	รถจักรยาน 2 ล้อ และ 3 ล้อ (Bi+Tri Cycle) BC	0.00
2.	รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง (Motorcycle) MC	0.33
3.	รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (Car <= 7 persons) PC1	1.00
4.	รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน (Car > 7 persons) PC2	1.00
5.	รถโดยสารขนาดเล็ก (Light Bus) LB	1.50
6.	รถโดยสารขนาดกลาง (Medium Bus) MB	1.50
7.	รถโดยสารขนาดใหญ่ (Heavy Bus) HB	2.10
8.	รถบรรทุกขนาดเล็ก, 4 ล้อ (Light Truck) LT	1.00
9.	รถบรรทุกขนาดกลาง, 6 ล้อ (Medium Truck) MT	2.00
10.	รถบรรทุกขนาดใหญ่, 10 ล้อ (Heavy Truck) HT	2.50
11.	รถบรรทุกพ่วง (Full Trailer) Tr	2.50
12.	รถบรรทุกกึ่งพ่วง (Semi-Trailer) STR	2.50

ที่มา : สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง, 2564

3.2.4 การสำรวจความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางและเวลาในการเดินทาง (Travel Time Survey)

การสำรวจความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางและเวลาในการเดินทาง เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการเปรียบเทียบแบบจำลองให้มีความเหมาะสมกับลักษณะพฤติกรรมของผู้ขับขีรถยนต์ ลักษณะทางกายภาพของถนน และลักษณะเฉพาะของสภาพการจราจรในพื้นที่โครงการ โดยด้วยวิธีการสำรวจความเร็วแบบเฉพาะจุด (Spot Speed) โดยใช้วิธีการจับเวลาขณะที่รถวิ่งผ่านจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง แล้วทำการบันทึกในแบบสำรวจข้อมูลความเร็ว โดยใช้วิธีการคำนวณความเร็ว คือ อัตราการเคลื่อนที่ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในหน่วยระยะทางต่อเวลา หรือส่วนกลับของเวลาที่ยานพาหนะใช้ในการเคลื่อนที่ในระยะทางที่กำหนดคูณด้วยระยะทางนั้น (ปรเมศวร์ เหลือเทพ, 2559)โดยสามารถเขียนได้ดังสมการที่ 3-1

$$S = \frac{d}{t} \quad \text{สมการที่ 3-1}$$

โดยที่
 S = ความเร็ว (กิโลเมตร/ชม.)
 d = ระยะทางที่เดินทาง (กิโลเมตร)
 t = เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (ชั่วโมง)

3.2.5 การสำรวจความยาวแถวคอยที่ทางแยก

การสำรวจความยาวแถวคอย ให้ผู้สำรวจบันทึกความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดจากทางแยก โดยวัดระยะทางจากปากทางแยกถึงยานพาหนะคันสุดท้ายที่จอดรอของแถวคอย โดยให้ผู้สำรวจอ้างอิงระยะทางจากตำแหน่งของเสาไฟฟ้าริมทางเพื่อความสะดวก และไม่จำแนกความยาวแถวคอยตามช่องจราจรและไม่จำเป็นต้องนับจำนวนยานพาหนะ

3.3 การพัฒนาแบบจำลองฐาน (Base Model Development)

ในการพัฒนาแบบจำลองพื้นฐาน ในการศึกษานี้ ได้ทำการแบ่งขั้นตอนย่อย ออกเป็น 5 ส่วนหลัก ดังนี้

- การตั้งค่าข้อมูลพื้นฐานสำหรับแบบจำลอง (Base Data for Simulation)

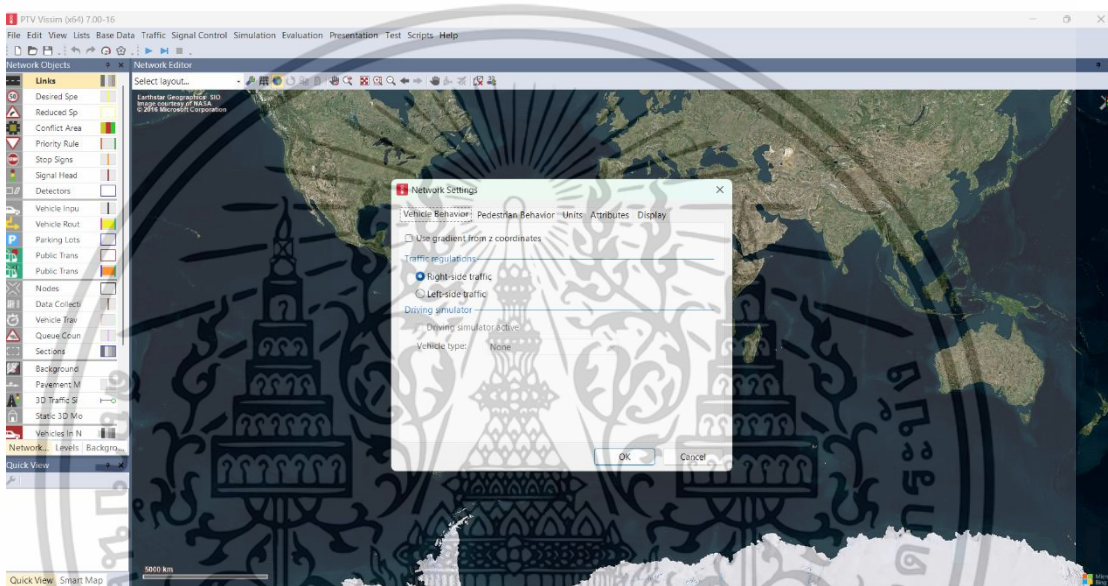
ธรรมชาติของการเป็นแบบจำลองด้านการจราจรที่มีการเฟ้นสุ่ม (Stochastic) จึงจำเป็นต้องมีฟังก์ชันทำให้แบบจำลองมีความหลากหลาย โดยหลักการสำคัญของแบบจำลอง จึงกำหนดตัวแปรในลักษณะที่เป็นการกระจายตัวแบบเฟ้นสุ่ม (Stochastic) สำหรับ Base Data for Simulation ประกอบด้วย การตั้งค่าเบื้องต้นของโครงข่ายและแบบจำลองยวดยาน เช่น Distributions, Functions และ Behavior Parameters เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 Parameter ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจร (Traffic Simulation Model)

Parameter	Sub-parameter	Value	Remark
1. Base Data for Simulation			
Network Setting	Vehicle behavior	Left-side traffic	
	Unit	All Metric	
Acceleration and Deceleration Functions	Maximum Acceleration	3.50 m/s ²	Default value
	Desired Acceleration	3.50 m/s ² ,	
	Maximum Deceleration	-7.50 m/s ²	
	Desired Deceleration	-2.75 m/s ²	
Distributions	Desired Speed Distribution	-	Survey
Driving Behavior	Following	Wiedemann 99 Model	
	CC0 – CC9 (เช่น Standstill distance, Time headway, Following variation เป็นต้น)	-	Default value
	Lane Changes	Slow lane rule	
	Lateral	Middle of lane	
	Minimum lateral distance	1.00	Default value
2. Traffic Network Build			
Desired Speed Changes	Network coding	-	Survey
	Conflict Areas	-	
	Signalized	-	
	Vehicle Compositions	-	
	Vehicle Inputs	-	
	Routing Decisions and Routes	-	
3. Simulation Parameters Setting			
Period	Period	3600- 5400	
	Simulation Resolution	5	
4. Evaluations Configuration			
Evaluation Output	Collect data	<input checked="" type="checkbox"/> Data Collection <input checked="" type="checkbox"/> Delay	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parameter	Sub-parameter	Value	Remark
		<input checked="" type="checkbox"/> Links	
		<input checked="" type="checkbox"/> Network performance	
		<input checked="" type="checkbox"/> Vehicle Travel Time	

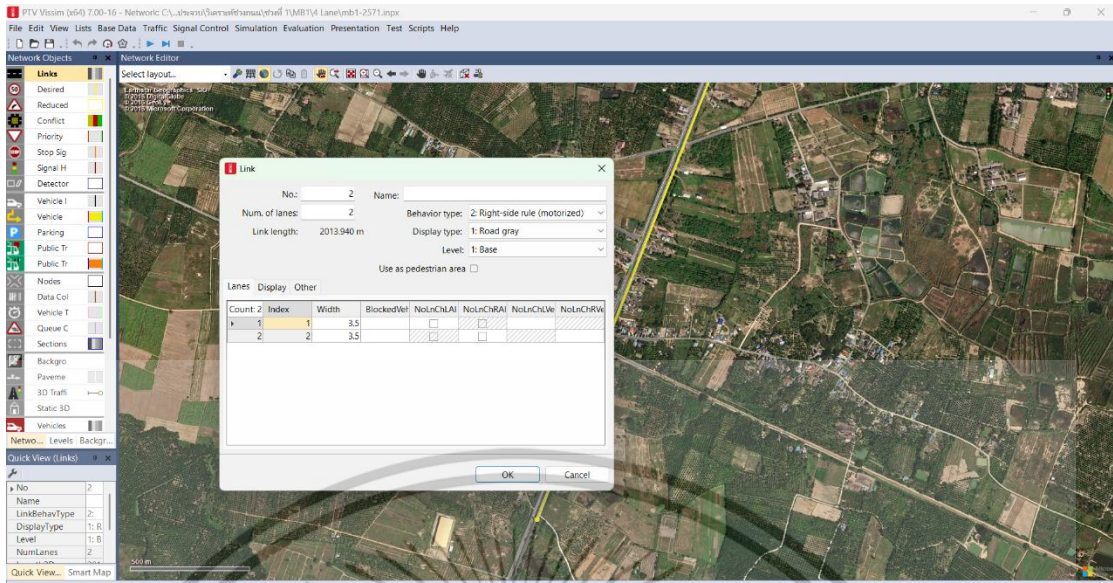


รูปที่ 3.5 การตั้งค่าข้อมูลพื้นฐานสำหรับแบบจำลอง (Base Data for Simulation) โดยใช้โปรแกรม VISSIM

- การสร้างโครงข่ายจราจร (Traffic Network Build)

ขั้นตอนการสร้างโครงข่ายจราจร ได้แก่ สร้างโครงข่าย (Network Coding) การปรับเปลี่ยนความเร็ว (Desired Speed Changes) การกำหนดข้อมูลเส้นทาง (Automobile Traffic) และการกำหนดการเลือกเส้นทาง (Routing Decisions and Routes)

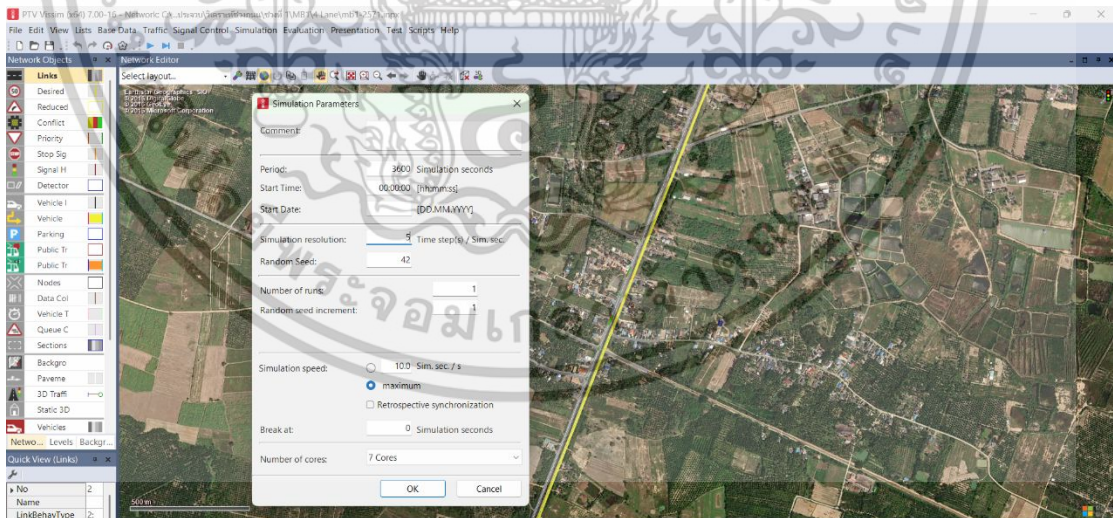
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 การสร้างโครงข่ายจราจร (Traffic Network Build) โดยใช้โปรแกรม VISSIM

• การตั้งค่าตัวแปรในการประมวลผล (Simulation Parameters Setting)

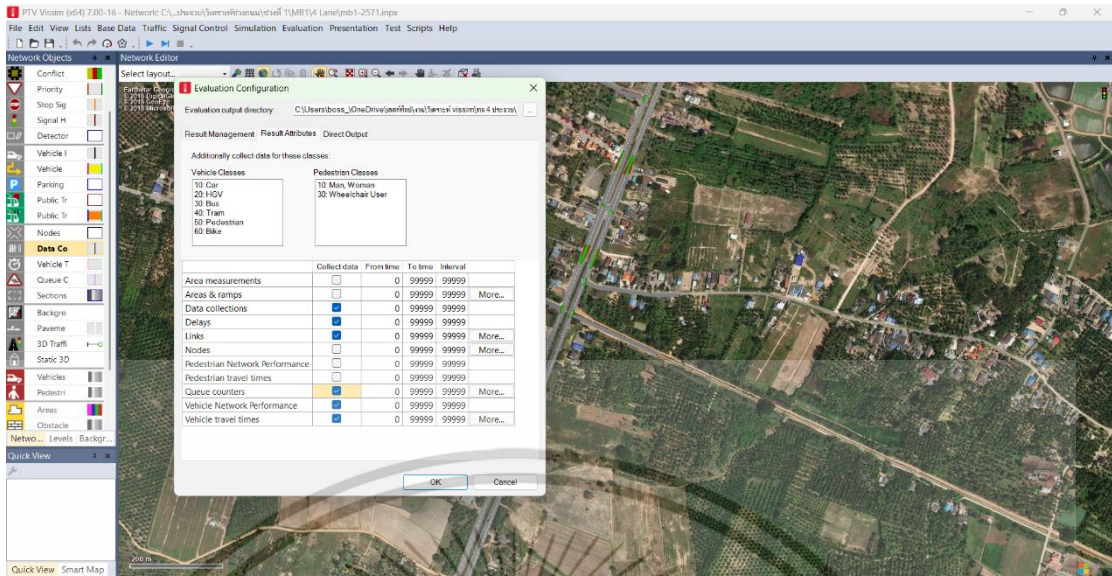
การตั้งค่าในการประมวลผลในแบบจำลองในโปรแกรม VISSIM โดยมีรายละเอียดสำคัญที่ต้องกำหนด ได้แก่ ช่วงเวลาในการประมวลผล (Period) ความละเอียดในการประมวลผล (Simulation Resolution) และ Random Seed ซึ่งเป็นตัวแปรเริ่มต้นสำหรับการสร้างตัวเลขสุ่ม (Random Number) ที่จะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลมีความแตกต่างกัน



รูปที่ 3.7 การตั้งค่าตัวแปรในการประมวลผล (Simulation Parameters Setting) โดยใช้โปรแกรม VISSIM

• การตั้งค่าการประเมินผลลัพธ์ของแบบจำลอง (Evaluations Configuration)

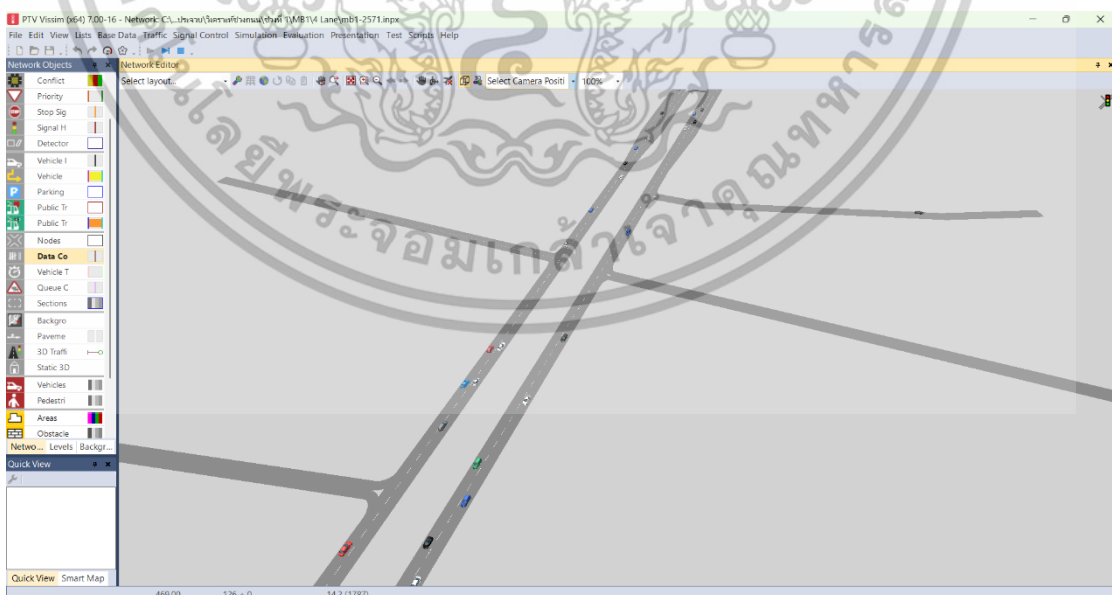
ขั้นตอนการตั้งค่าการประเมินผลลัพธ์ของแบบจำลอง ได้แก่ การตั้งค่าการส่งออกผลลัพธ์ (Evaluation Output) และกำหนดตำแหน่งวัดค่าผลลัพธ์ (Data Collection Point) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 การตั้งค่าการประเมินผลลัพธ์ของแบบจำลอง (Evaluations Configuration) โดยใช้โปรแกรม VISSIM

- การประมวลผลแบบจำลอง (Simulation Run)

ผลของการประมวลผลแบบจำลองโดยทั่วไปจะเป็นค่าเฉลี่ยของค่าตัวชี้วัดที่สนใจความมั่นใจในผลการประมวลผลจึงขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งของการประมวลผลแบบจำลอง ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 3 ประการ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด (Maximum Error) ระดับความเชื่อมั่น (Degree of Confidence) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ถ้าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าสูงเนื่องจากผลมีความแปรผันมากต้องทำการประมวลผลในจำนวนครั้งที่มากขึ้น



รูปที่ 3.9 การประมวลผลแบบจำลอง (Simulation Run) โดยใช้โปรแกรม VISSIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐาน (Error Checking)

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐานในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจะทำการตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการสร้างรูปแบบโครงข่ายของถนน รวมถึงการสร้างชั้นข้อมูลต่างๆ และการป้อนข้อมูลเข้าสู่แบบจำลอง โดยใช้การเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของกระแสดจราจรของสภาพการจราจรจริงจากข้อมูลที่บันทึกไว้กับสภาพการจราจรในแบบจำลอง และทำการสุ่มตรวจสอบ

3.4.1 การทบทวนข้อมูลที่นำเข้า ทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้นำเข้าในขั้นตอนต่างๆ และตรวจสอบความผิดปกติจากการแสดงผลของหน้าจอ จนกระทั่งผู้ใช้งานมีความมั่นใจว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้นได้ขจัดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความผิดพลาดในการนำข้อมูลโปรแกรม

3.4.2 การทบทวนการแสดงผลจากภาพเคลื่อนไหวในแบบจำลอง เพื่อตรวจสอบพฤติกรรมของการเคลื่อนที่ของยานพาหนะที่ไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง ดังนั้นจึงต้องขจัดความผิดปกติเบื้องต้นของการเคลื่อนที่ในแบบจำลอง เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนในการปรับเทียบแบบจำลองอย่างละเอียดต่อไป

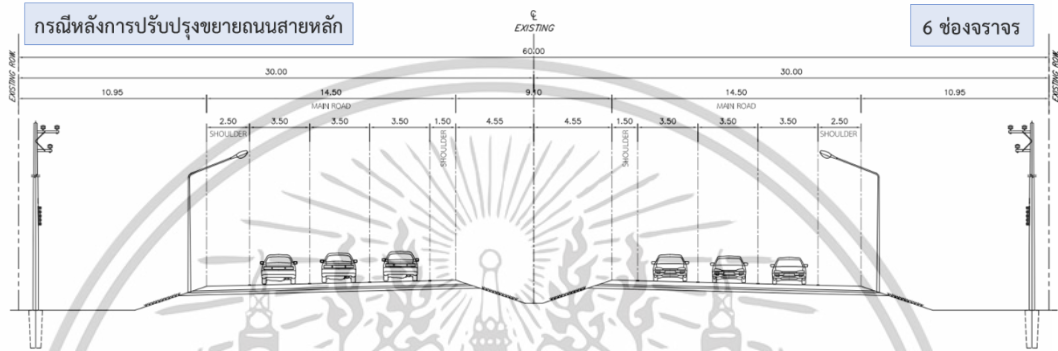
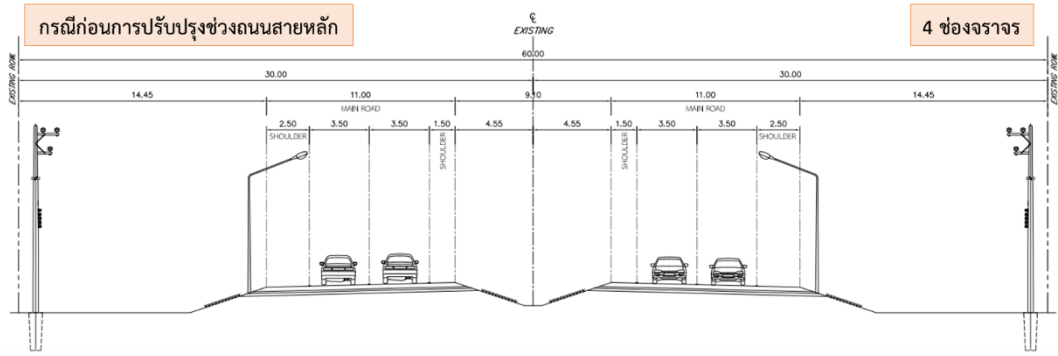
3.5 การพัฒนาแบบจำลองตามแนวคิดการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน ช่วงถนน และจุดตัดทางแยก ให้สอดคล้องกับคุณลักษณะของโครงข่าย

แนวคิดในการปรับปรุงประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก คือ การเพิ่มความคล่องตัวในการเดินทางบนทางหลวงสายหลัก และลดจุดขัดแย้ง (conflict) ของการเดินทางที่ซ้อนทับกัน และจุดตัดจากทางหลวงสายหลักอื่นๆ ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอแนวคิดการปรับปรุงประสิทธิภาพทางหลวงสายหลักไว้ 3 กรณี ดังนี้

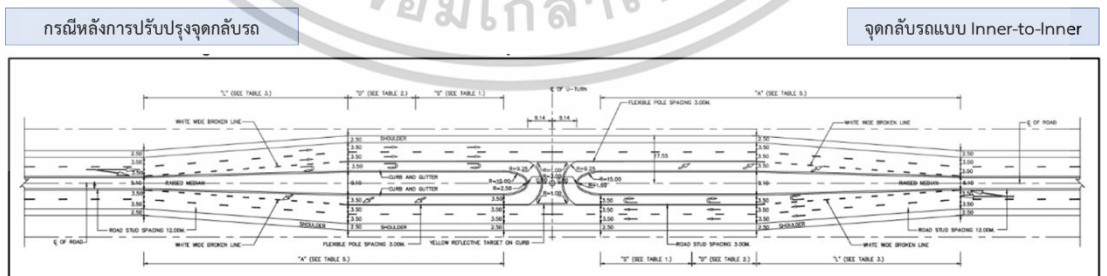
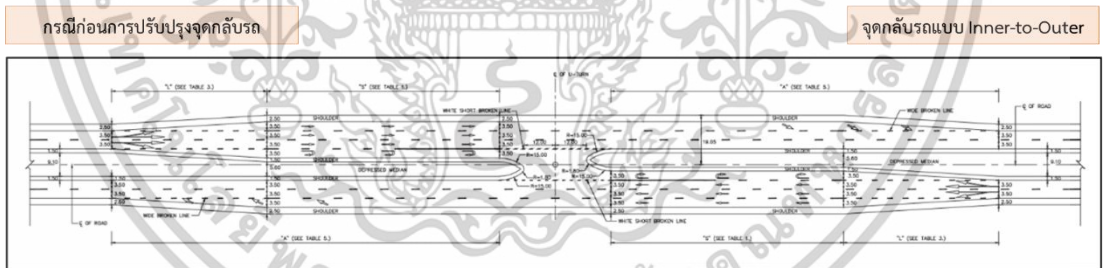
1. กรณีที่บนช่วงถนนทางหลวงสายหลักมีปริมาณจราจรหนาแน่นเกิดเป็นลักษณะคอขวด ปรับปรุงขยายถนนทางหลวงสายหลัก หรือทางแยก แสดงดังรูปที่ 3.10
2. กรณีบนช่วงถนนมีจุดกลับรถเดิมที่รบกวนตัดกระแสดจราจรทางหลวงสายหลัก แบบ Inner to Outer ปรับปรุงเป็นจุดกลับรถเปิดเกาะกลาง Inner to Inner แสดงดังรูปที่ 3.11
3. กรณีถนนสายหลักมีปริมาณจราจรผ่านเข้าสู่ทางแยกสูง ปรับปรุงจากทางแยกเดิมเป็นก่อสร้างทางต่างระดับที่ทางแยก หรือปิดทางแยกให้รถเลี้ยวซ้ายเข้า ซ้ายออก แสดงดังรูปที่ 3.12

ภายหลังจากการปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration) ให้มีความใกล้เคียงกับสภาพจริงแล้ว ผู้วิจัยจะทำการประเมินสภาพการจราจรหลังการปรับปรุงตามรูปแบบของแนวทางแก้ไข โดยจะทำการจำลองสภาพการจราจรภายหลังที่ได้มีการปรับปรุงแก้ไขจากสภาพปัจจุบัน และทำการวิเคราะห์ค่าชี้วัดทางด้านจราจรที่เปลี่ยนแปลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

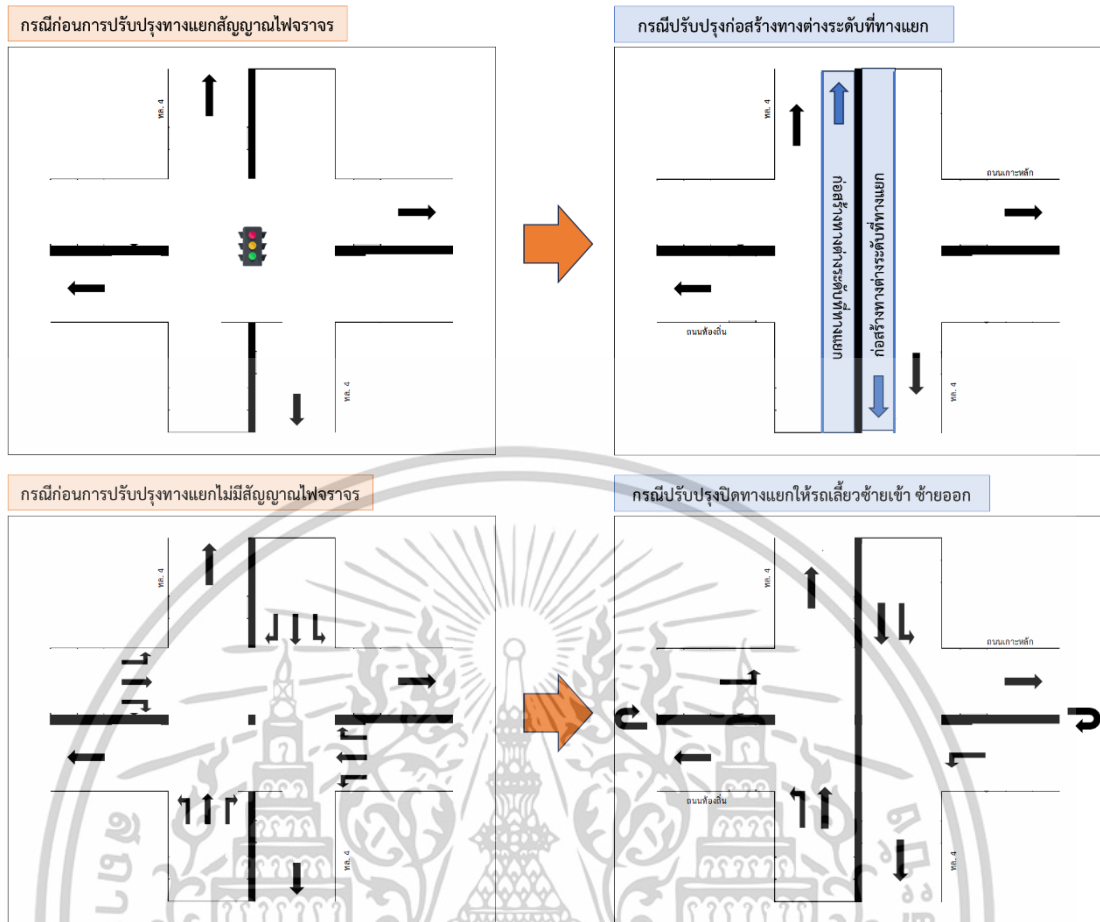


รูปที่ 3.10 แนวคิดในการปรับปรุงประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก
กรณีที่ดินช่วงถนนทางหลวงสายหลักมีปริมาณจราจรหนาแน่นเกิดเป็นลักษณะคอขวด ปรับปรุง
ขยายถนนทางหลวงสายหลัก หรือทางแยก



รูปที่ 3.11 แนวคิดในการปรับปรุงประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก
กรณีบนช่วงถนนมีจุดกลับรถเดิมที่รถมาตัดกระแสดจราจรทางหลวงสายหลัก แบบ Inner to
Outer ปรับปรุงเป็นจุดกลับรถเปิดเกาะกลาง Inner to Inner

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แนวคิดในการปรับปรุงประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก

กรณีถนนสายหลักมีปริมาณจราจรผ่านเข้าสู่ทางแยกสูง ปรับปรุงจากทางแยกเดิมเป็นก่อสร้างทางต่างระดับที่ทางแยก หรือปิดทางแยกให้รถเลี้ยวซ้ายเข้า ซ้ายออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

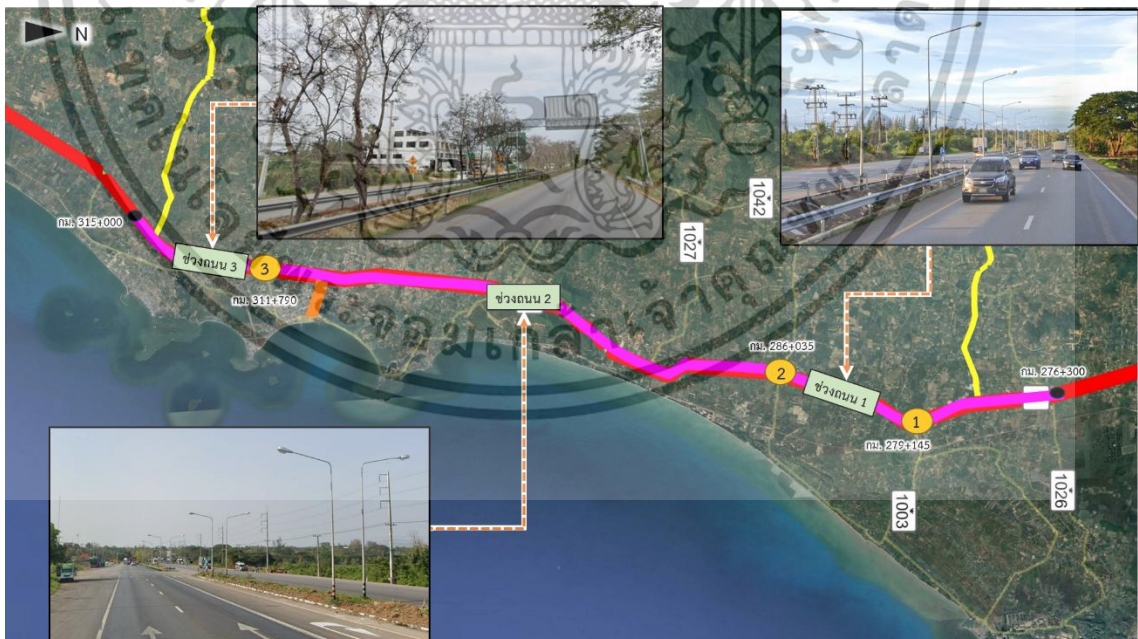
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการวิเคราะห์ข้อมูลแนวคิดในการปรับปรุงประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก ที่ทำการศึกษา โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ในการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจร นำไปใช้ในการพิจารณาในกรณีต่าง ๆ ตามสมมติฐานที่กำหนดไว้และเปรียบเทียบเพื่อสรุปผลการศึกษา ซึ่งในส่วนนี้จะแสดงผลการวิเคราะห์โดยพิจารณาแยกเป็นกรณีก่อนการปรับปรุง และหลังการปรับปรุงตามแนวคิด โดยจะแสดงผลเปรียบเทียบในรูปแบบของตารางตามค่าดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของถนน

4.2 ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพช่วงถนนและทางแยก

ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 (ถนนเพชรเกษม) เป็นทางหลวงแผ่นดินสายประธานของประเทศ ที่มีเส้นทางมุ่งสู่ภาคใต้ นับเป็นถนนสายที่ยาวที่สุดในประเทศไทย เป็นถนนที่ตัดผ่าน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ บริเวณพื้นที่โครงการมีขนาด 2 ช่องจราจรต่อทิศทาง มีเกาะกลางทั้งแบบแบบยก (Raised Median) และเกาะกลางแบบกดเป็นร่อง (Depressed Median) มีไหล่ทาง ทั้ง 2 ข้างถนน ผิวทางเป็นแบบแอสฟัลท์

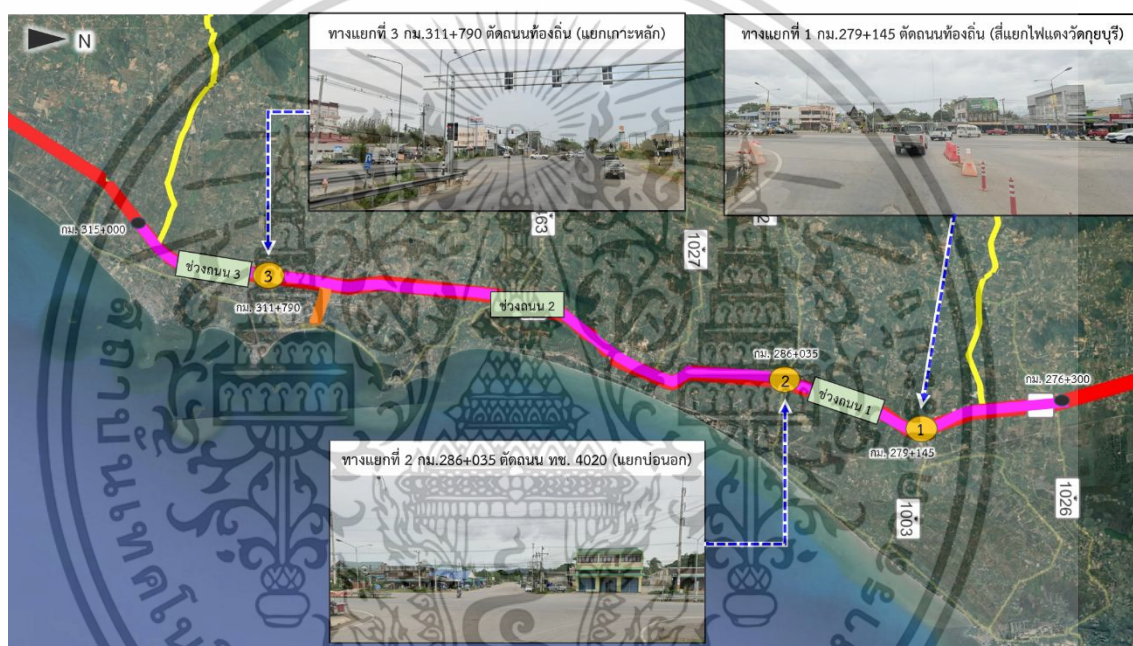


รูปที่ 4.1 ลักษณะทางกายภาพบนช่วงถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในพื้นที่ศึกษาทางหลวงหมายเลข 4 ช่วง กม.276+300 - กม.315+000 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ตามแนวสายทางจะประกอบไปด้วย 3 ทางแยกหลัก คือ

- ทางแยกที่ 1 แยกวัดกุยบุรี อยู่ช่วง กม.279+145 เป็นทางแยกระหว่างถนนทางหลวงหมายเลข 4 ตัดกับถนนท้องถิ่น เป็นสี่แยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร
- ทางแยกที่ 2 แยกบ่อนอก อยู่ช่วง กม.286+035 เป็นทางแยกระหว่างถนนทางหลวงหมายเลข 4 ตัดกับถนนทางหลวงชนบท พช.4020 เป็นสี่แยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร
- ทางแยกที่ 3 แยกเกาะหลัก อยู่ช่วง กม. 311+790 เป็นทางแยกระหว่างถนนทางหลวงหมายเลข 4 ตัดกับถนนท้องถิ่น เป็นสี่แยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร



รูปที่ 4.2 ลักษณะทางกายภาพบนทางแยก

4.3 ผลการสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน

ผลจากการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรบนช่วงถนน ในพื้นที่ศึกษาทางหลวงหมายเลข 4 ช่วง กม. 276+300 - กม.315+000 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ แบ่งเป็นจำนวน 3 ช่วงถนน โดยผลการวิเคราะห์ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น และปริมาณจราจรตลอดทั้งวัน ในวันทำงาน ของพื้นที่ศึกษาโดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1 และสามารถสรุปปริมาณจราจรทั้งวันของแต่ละจุดสำรวจได้ดังแสดงในรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ปริมาณจราจรบนช่วงถนนจากการสำรวจ

จุดสำรวจ	ทิศทาง	ปริมาณจราจรบนช่วงถนน		
		ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (PCU/Hr)	ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น (PCU/Hr)	ตลอดทั้งวัน (PCU/12 Hr)
ช่วงถนนที่ 1	มุ่งสู่ทิศเหนือ	1,303	1,387	14,742
	มุ่งสู่ทิศใต้	1,048	1,501	13,659
	รวม 2 ทิศทาง	2,351	2,888	28,401
ช่วงถนนที่ 2	มุ่งสู่ทิศเหนือ	1,054	1,450	14,318
	มุ่งสู่ทิศใต้	1,040	1,518	13,936
	รวม 2 ทิศทาง	2,094	2,968	28,254
ช่วงถนนที่ 3	มุ่งสู่ทิศเหนือ	830	1,332	12,159
	มุ่งสู่ทิศใต้	982	1,503	12,739
	รวม 2 ทิศทาง	1,812	2,835	24,898

ช่วงถนนที่ 1 (กม.276+300 ถึง กม.286+035) อยู่บนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 เป็นทางหลวงขนาด 4 ช่องจราจร (มีเกาะกลาง) มีปริมาณจราจรรวม 2 ทิศทาง ในวันทำงาน ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า มีปริมาณจราจรเท่ากับ 2,351 PCU/ชั่วโมง และในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น มีปริมาณจราจรเท่ากับ 2,888 PCU/ชั่วโมง และมีปริมาณจราจรตลอดทั้งวัน (12 ชั่วโมงในการสำรวจ) เท่ากับ 28,401 PCU/วัน ตามลำดับ

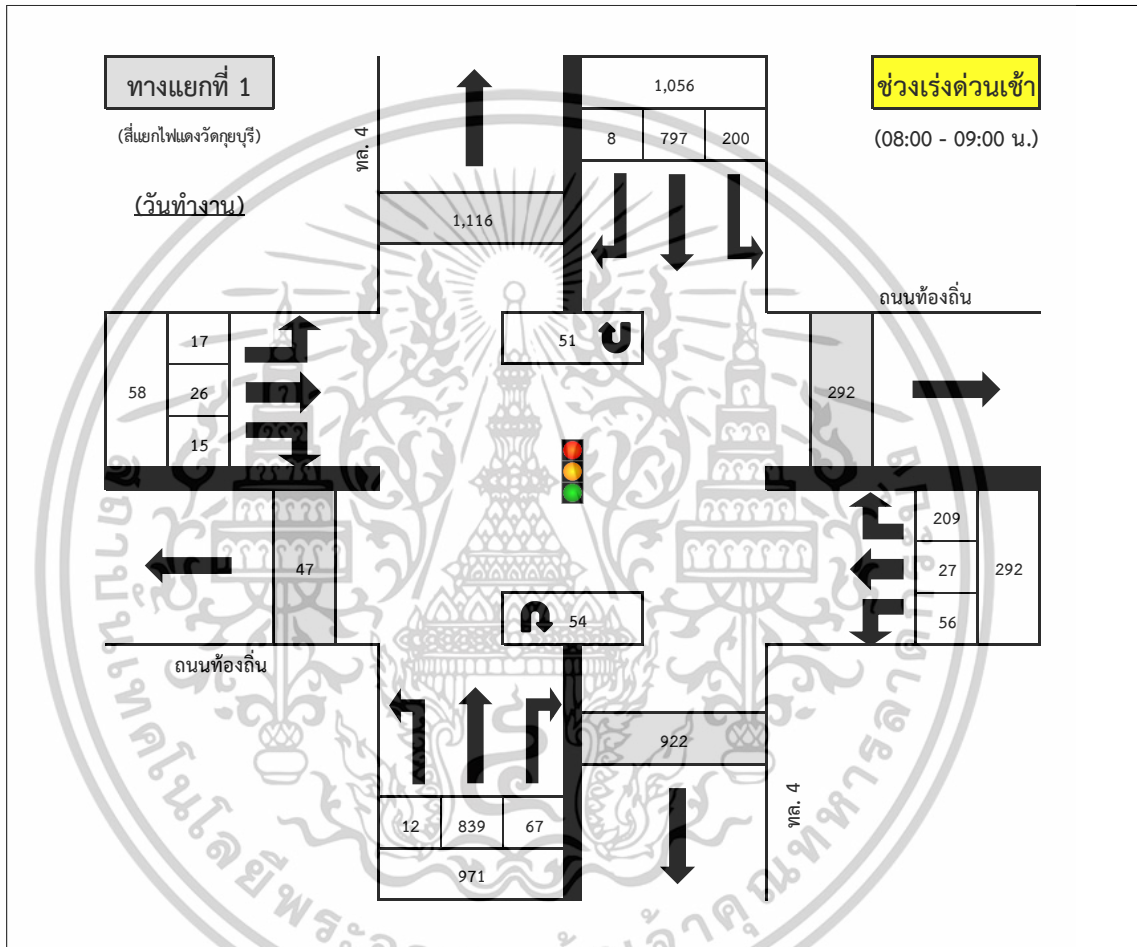
ช่วงถนนที่ 2 (กม.286+035 ถึง กม.311+790) อยู่บนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 เป็นทางหลวงขนาด 4 ช่องจราจร (มีเกาะกลาง) มีปริมาณจราจรรวม 2 ทิศทาง ในวันทำงาน ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า มีปริมาณจราจรเท่ากับ 2,094 PCU/ชั่วโมง และในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น มีปริมาณจราจรเท่ากับ 2,968 PCU/ชั่วโมง และมีปริมาณจราจรตลอดทั้งวัน (12 ชั่วโมงในการสำรวจ) เท่ากับ 28,254 PCU/วัน ตามลำดับ

ช่วงถนนที่ 3 (กม.311+790 ถึง กม.315+000) อยู่บนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 เป็นทางหลวงขนาด 4 ช่องจราจร (มีเกาะกลาง) มีปริมาณจราจรรวม 2 ทิศทาง ในวันทำงาน ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า มีปริมาณจราจรเท่ากับ 1,812 PCU/ชั่วโมง และในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น มีปริมาณจราจรเท่ากับ 2,835 PCU/ชั่วโมง และมีปริมาณจราจรตลอดทั้งวัน (12 ชั่วโมงในการสำรวจ) เท่ากับ 24,898 PCU/วัน ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

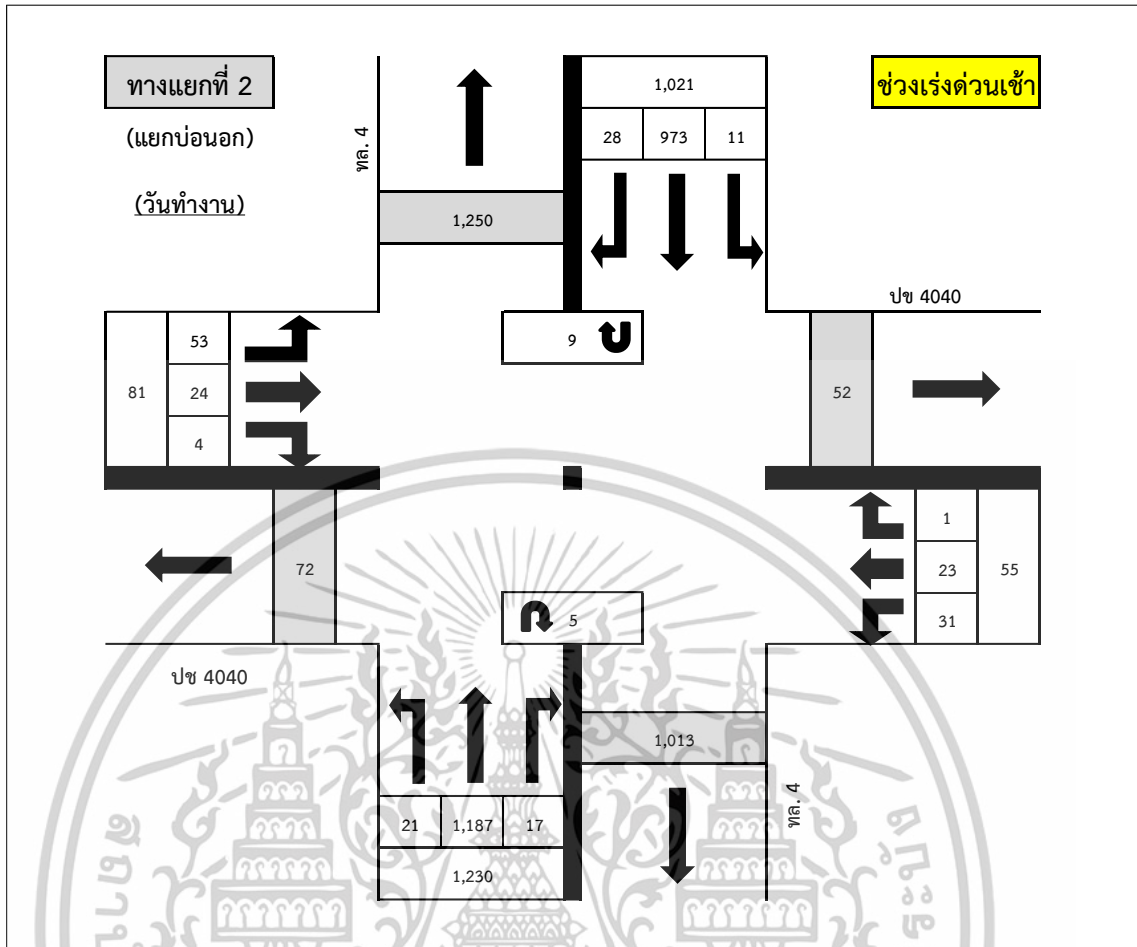
4.4 ผลการสำรวจปริมาณจราจรที่ทางแยก

ผลจากการสำรวจปริมาณจราจรที่ทางแยก ในช่วงเวลาเร่งด่วน วันทำงาน ในแต่ละทิศทาง บนพื้นที่ศึกษาทางหลวงหมายเลข 4 ช่วง กม.276+300 - กม.315+000 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีทั้งหมดจำนวน 3 ทางแยก แสดงรายละเอียดดังแสดงรูปที่ 4.3 ถึงรูปที่ 4.5 และสามารถสรุปปริมาณจราจรของแต่ละจุดสำรวจได้ดังแสดงในรูปที่ 4.6



ทางแยกที่ 1 (แยกวัดกุยบุรี) มีปริมาณจราจรที่ทางแยก บนถนนทางหลวงหมายเลข 4 ในทิศมุ่งเหนือ เท่ากับ 1,116 PCU/ชั่วโมง ในทิศมุ่งใต้ เท่ากับ 922 PCU/ชั่วโมง และบนถนนท้องถิ่น ในทิศมุ่งตะวันออก เท่ากับ 292 PCU/ชั่วโมง ในทิศมุ่งตะวันตก เท่ากับ 47 PCU/ชั่วโมง ปริมาณจราจรที่ทางแยกรวมทุกทิศทาง ในวันทำงาน ในช่วงเวลาเร่งด่วน เท่ากับ 2,377 PCU/ชั่วโมง

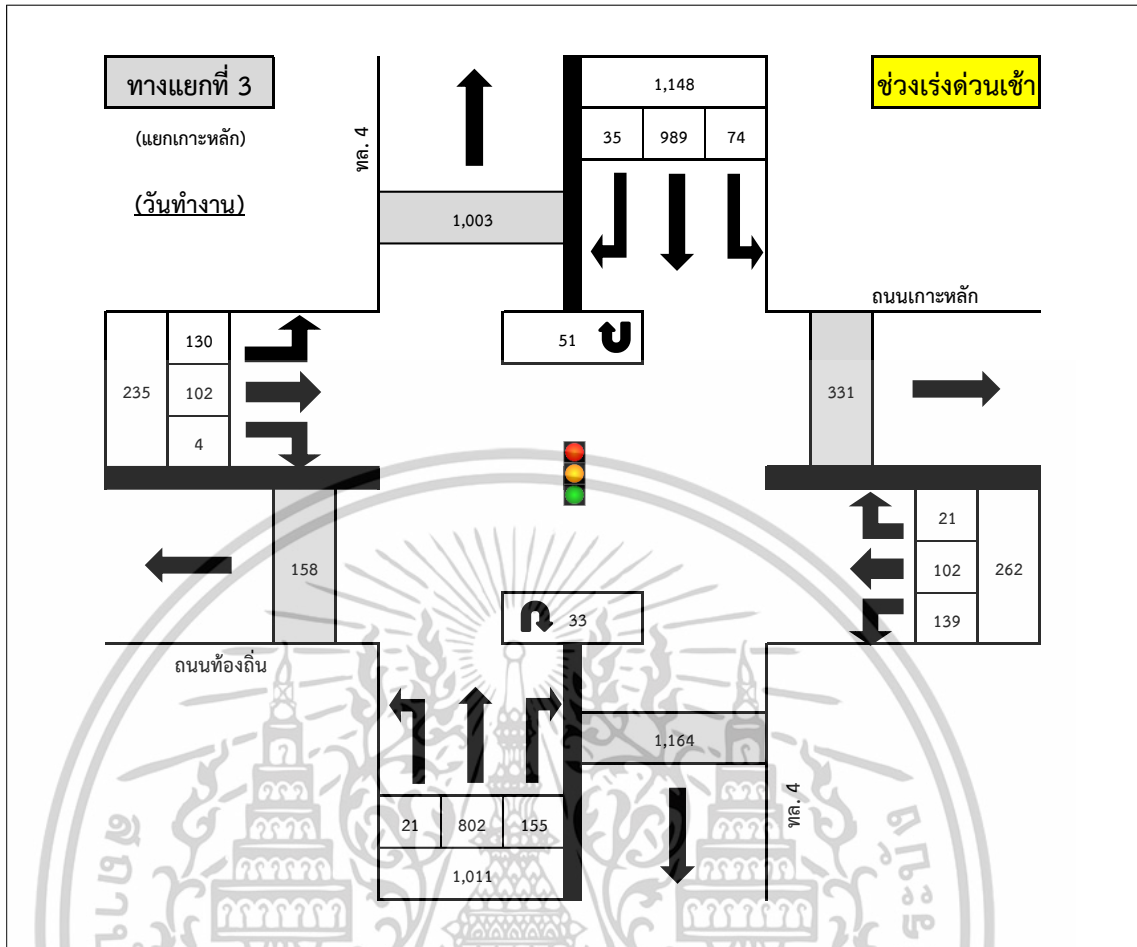
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ปริมาณจราจรในช่วงเร่งด่วน ทางแยกที่ 2

ทางแยกที่ 2 (แยกบ่อนอก) มีปริมาณจราจรที่ทางแยก บนถนนทางหลวงหมายเลข 4 ในทิศมุ่งเหนือ เท่ากับ 1,250 PCU/ชั่วโมง ในทิศมุ่งใต้ เท่ากับ 1,013 PCU/ชั่วโมง และบนถนนท้องถิ่น ในทิศมุ่งตะวันออก เท่ากับ 52 PCU/ชั่วโมง ในทิศมุ่งตะวันตก เท่ากับ 72 PCU/ชั่วโมง ปริมาณจราจรที่ทางแยกรวมทุกทิศทาง ในวันทำงาน ในช่วงเวลาเร่งด่วน เท่ากับ 2,387 PCU/ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ปริมาณจราจรในช่วงเร่งด่วนทางแยกที่ 3

ทางแยกที่ 3 (แยกเกาะหลัก) มีปริมาณจราจรที่ทางแยก บนถนนทางหลวงหมายเลข 4 ในทิศมุ่งเหนือ เท่ากับ 1,003 PCU/ชั่วโมง ในทิศมุ่งใต้ เท่ากับ 1,164 PCU/ชั่วโมง และบนถนนท้องถิ่น ในทิศมุ่งตะวันออก เท่ากับ 331 PCU/ชั่วโมง ในทิศมุ่งตะวันตก เท่ากับ 158 PCU/ชั่วโมง ปริมาณจราจรที่ทางแยกรวมทุกทิศทาง ในวันทำงาน ในช่วงเวลาเร่งด่วน เท่ากับ 2,656 PCU/ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

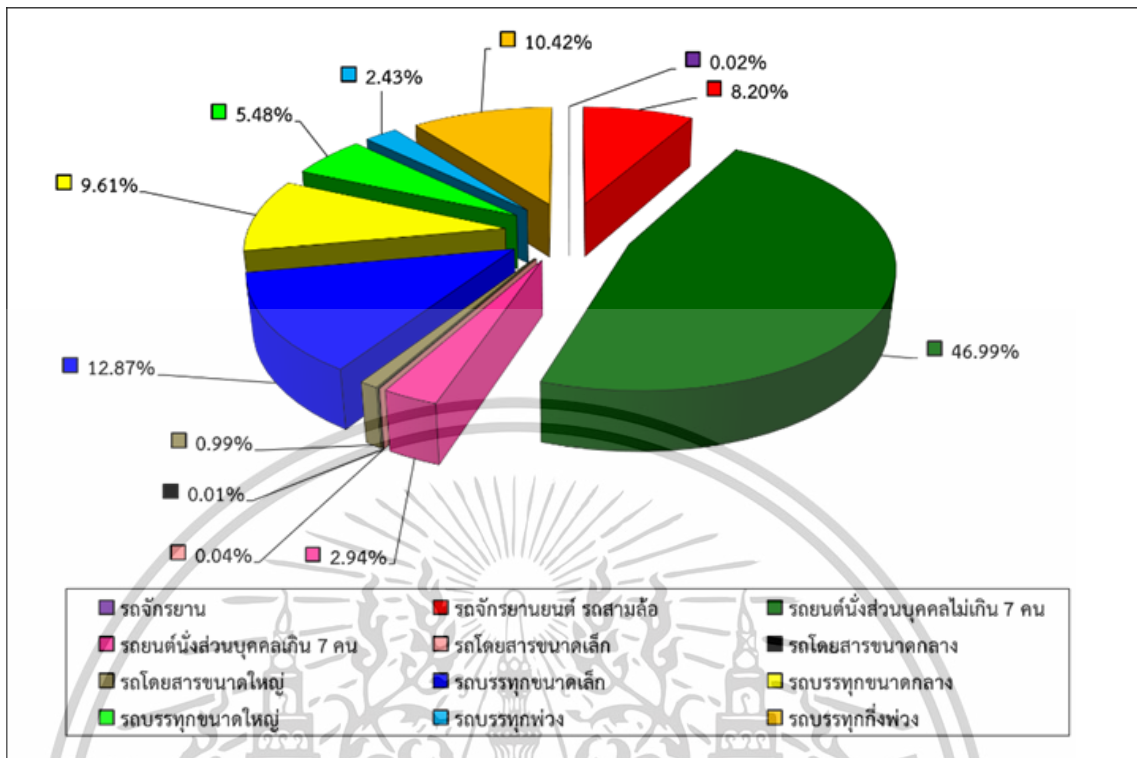


รูปที่ 4.6 แผนภาพรวมปริมาณจราจรบนช่วงถนนและทางแยก

4.5 สัดส่วนยานพาหนะ (Vehicle Composition)

ข้อมูลปริมาณจราจรได้ถูกนำมาคำนวณสัดส่วนของยานพาหนะแต่ละประเภท โดยได้แบ่งประเภทยานพาหนะออกเป็นทั้งหมด 12 ประเภท โดยสามารถสรุปผลได้ดังนี้ สัดส่วนยานพาหนะในการเดินทางสูงสุด คือ รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน มีสัดส่วน 46.99% รองลงมา ได้แก่ รถบรรทุกขนาดเล็ก รถบรรทุกกึ่งพวง โดยมีสัดส่วน 12.87% และ 10.42% ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แผนภาพรวมสัดส่วนยานพาหนะบนช่วงถนนทางหลวงหมายเลข 4 ในการสำรวจ

4.6 ผลการสำรวจความเร็ว

จากการสำรวจความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางของยานพาหนะที่ผ่านบนถนนทางหลวงหมายเลข 4 มีผลการสำรวจแสดงดังตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.8

ตารางที่ 4.2 ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางของยานพาหนะ

จุดสำรวจ	ทิศทาง	ความเร็ว (กม./ชม.)
ช่วงถนนที่ 1	มุ่งสู่ทิศเหนือ	50
	มุ่งสู่ทิศใต้	50
	เฉลี่ยรวม 2 ทิศทาง	50
ช่วงถนนที่ 2	มุ่งสู่ทิศเหนือ	60
	มุ่งสู่ทิศใต้	60
	เฉลี่ยรวม 2 ทิศทาง	60
ช่วงถนนที่ 3	มุ่งสู่ทิศเหนือ	60
	มุ่งสู่ทิศใต้	60
	เฉลี่ยรวม 2 ทิศทาง	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้กับกระทรวงมหาดไทยและกรมการขนส่งทางบก ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แผนภาพแสดงผลการสำรวจความเร็วในการสำรวจ

4.7 การสอบเทียบและทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจทั้งหมด ดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น จะนำไปใช้สำหรับการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยใช้โปรแกรม VISSIM เพื่อนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์สภาพการจราจรภายใต้การปรับปรุงแก้ไขจากสภาพปัจจุบัน โดยหลังจากแบบจำลองฐานแล้ว จะต้องมีการสอบเทียบและทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด โดยใช้ค่า GEH ในการสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลอง ซึ่งค่า GEH ต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จึงถือว่าเป็นแบบจำลองที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนารูปแบบอื่นๆ ในอนาคตได้ ซึ่งค่า GEH ที่ได้ต้องมีค่าไม่เกิน 5 โดยค่าสอบเทียบและทวนสอบปริมาณจราจรของแบบจำลอง ดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การสอบเทียบและทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองในชั่วโมงเร่งด่วน
บนช่วงถนน

จุดเปรียบเทียบ แบบจำลอง	ทิศทาง	ปริมาณจราจร (PCU/ชม.)		ค่า GEH ที่ ได้จากการ เปรียบเทียบ
		จากการสำรวจ	จากแบบจำลอง	
ช่วงถนนที่ 1	มุ่งสู่ทิศเหนือ	1,332	1,327	3.16
	มุ่งสู่ทิศใต้	1,503	1,498	3.16
	รวม 2 ทิศทาง	2,835	2,825	4.47
ช่วงถนนที่ 2	มุ่งสู่ทิศเหนือ	1,450	1,445	3.16
	มุ่งสู่ทิศใต้	1,518	1,511	3.74
	รวม 2 ทิศทาง	2,968	2,956	4.89
ช่วงถนนที่ 3	มุ่งสู่ทิศตะวันออก	1,387	1,381	3.46
	มุ่งสู่ทิศตะวันตก	1,501	1,499	2.00
	รวม 2 ทิศทาง	2,888	2,880	4.00

จากการสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลองกับค่าปริมาณจราจรที่ได้ทำการสำรวจ พบว่าแบบจำลองมีค่า GEH น้อยกว่า 5 จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองนี้มีความใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง และเมื่อแบบจำลองมีความใกล้เคียงกับสภาพจริง

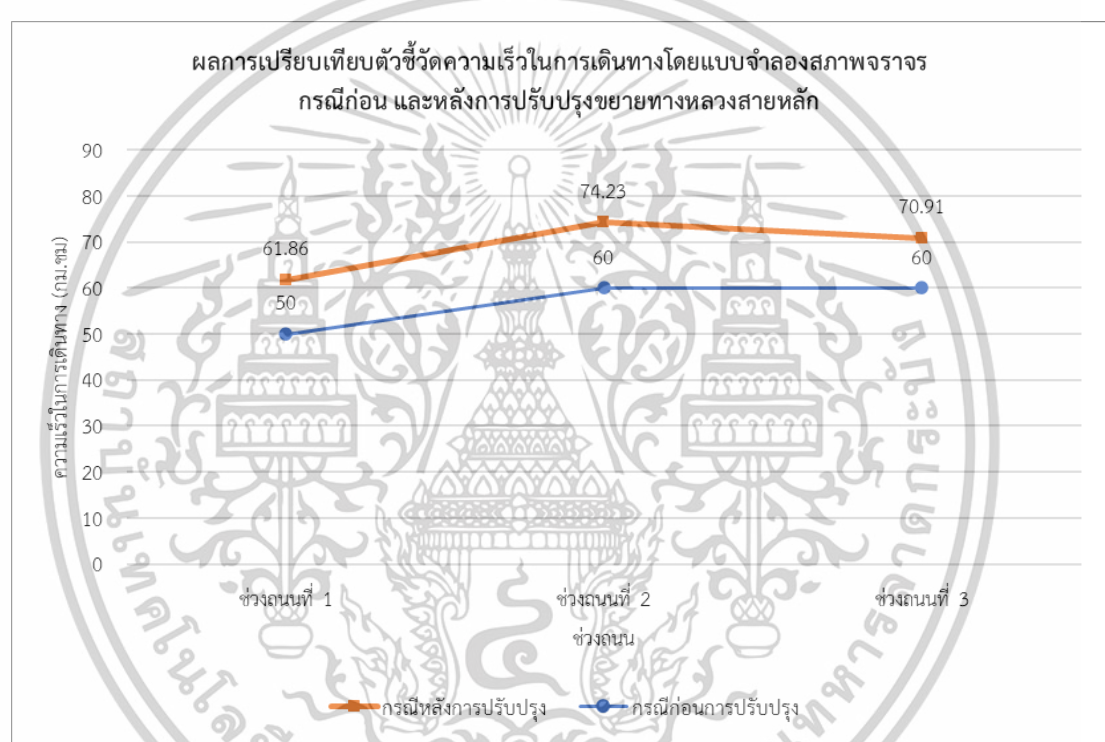
4.8 การวิเคราะห์โดยพิจารณาแยกเป็นกรณีก่อนการปรับปรุง และหลังการปรับปรุงตามแนวคิด

การวิเคราะห์ข้อมูลแนวคิดในการปรับปรุงประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก ที่ทำการศึกษา โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ในการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจร นำไปใช้ในการพิจารณาในกรณีต่าง ๆ ตามสมมติฐานที่กำหนดไว้และเปรียบเทียบเพื่อสรุปผลการศึกษา ซึ่งในส่วนนี้จะแสดงผลการวิเคราะห์โดยพิจารณาแยกเป็นกรณีก่อนการปรับปรุง และหลังการปรับปรุงตามแนวคิด โดยจะแสดงผลเปรียบเทียบในรูปแบบของตารางตามค่าดัชนีชี้วัด ได้แก่ ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง) ความหนาแน่นของการจราจร (Density) ค่าความล่าช้า (วินาที/คัน) แกวคอย (Queue Length) และระดับการให้บริการ (Level of Service : LOS) แสดงดังตารางที่ 4.4 ถึง ตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบความเร็วในการเดินทางโดยแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และ หลังการปรับปรุงขยายทางหลวงสายหลัก

ช่วงถนน	ปริมาณจราจรทั้ง 2 ทิศทาง (PCU/ชม.)	ความเร็วในการเดินทาง (Speed) (กม./ชม.)		ความเร็วเพิ่มขึ้น (%)
		ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	
ช่วงถนนที่ 1	2,888	50.00	61.86	19.17%
ช่วงถนนที่ 2	2,968	60.00	74.23	19.17%
ช่วงถนนที่ 3	2,835	60.00	70.91	15.39%



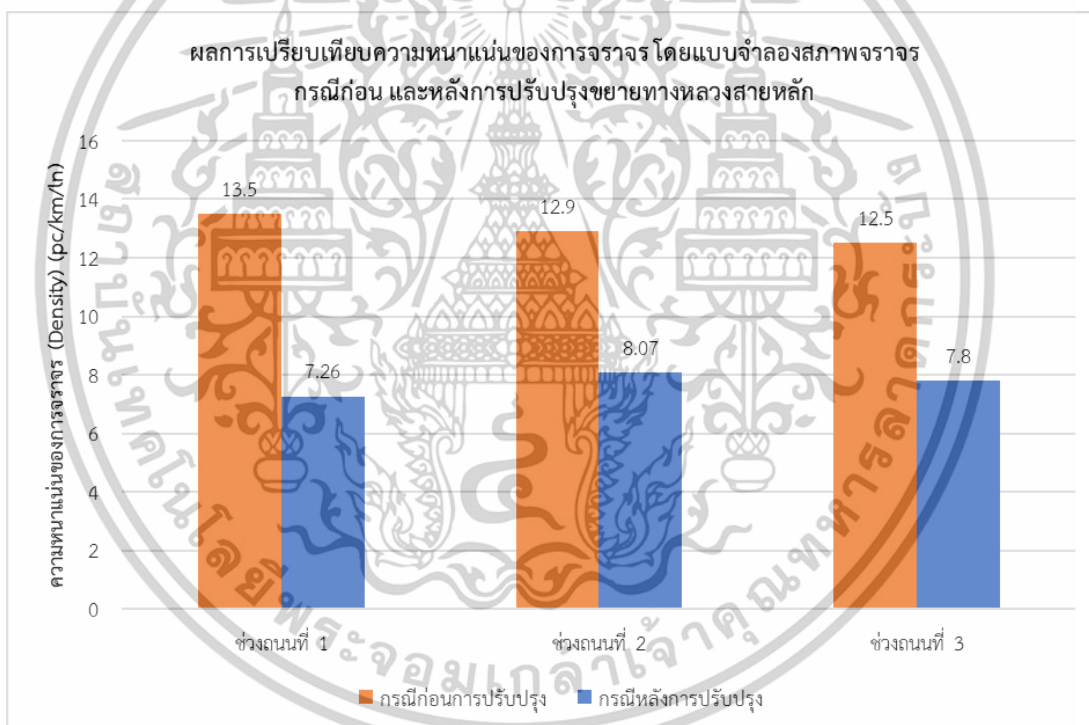
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบความเร็วในการเดินทางโดยแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และหลังการปรับปรุงขยายทางหลวงสายหลัก

จากตารางที่ 4.4 เมื่อเปรียบเทียบตัวชี้วัดความเร็วในการเดินทางโดยแบบจำลองสภาพจราจร พบว่า ช่วงถนนที่ 1 มีความเร็วในการเดินทางเพิ่มขึ้น หลังทำการปรับปรุงขยายทางหลวงสายหลักจาก 50.00 กม./ชม. เป็น 61.86 กม./ชม. คิดเป็น 19.17% ช่วงถนนที่ 2 มีความเร็วในการเดินทางเพิ่มขึ้น หลังทำการปรับปรุงขยายทางหลวงสายหลักจาก 60.00 กม./ชม. เป็น 74.23 กม./ชม. คิดเป็น 19.17% และช่วงถนนที่ 3 มีความเร็วในการเดินทางเพิ่มขึ้น หลังทำการปรับปรุงขยายทางหลวงสายหลักจาก 60.00 กม./ชม. เป็น 70.91 กม./ชม. คิดเป็น 15.39%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

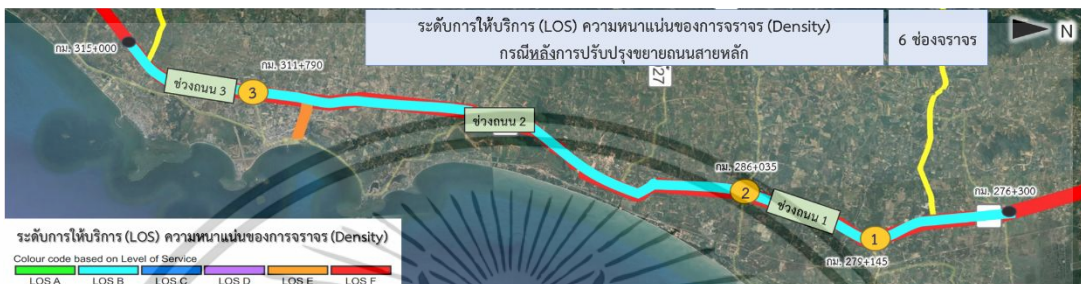
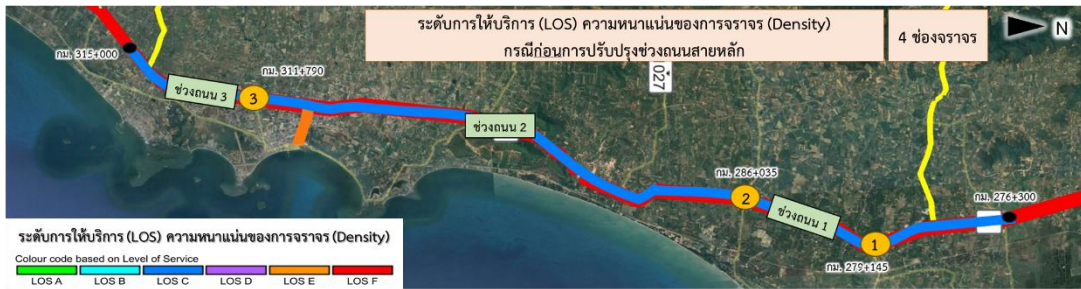
ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบความหนาแน่นของการจราจร โดยแบบจำลองสภาพจราจร
กรณีก่อน และหลังการปรับปรุงขยายทางหลวงสายหลัก

ช่วงถนน	ปริมาณ จราจรทั้ง 2 ทิศทาง (PCU/ชม.)	ความหนาแน่นของ การจราจร (Density) (pc/km/ln)		ค่าความ หนาแน่น ของ การจราจร ลดลง (%)	ระดับการให้บริการ (Level of Service : LOS)	
		ก่อนการ ปรับปรุง (4 ช่อง จราจรต่อ 2 ทิศทาง)	หลังการ ปรับปรุง (6 ช่อง จราจรต่อ 2 ทิศทาง)		ก่อนการ ปรับปรุง (4 ช่อง จราจรต่อ 2 ทิศทาง)	หลังการ ปรับปรุง (6 ช่อง จราจรต่อ 2 ทิศทาง)
ช่วงถนนที่ 1	2,888	13.5	7.26	46.22%	C	B
ช่วงถนนที่ 2	2,968	12.9	8.07	37.44%	C	B
ช่วงถนนที่ 3	2,835	12.5	7.80	37.60%	C	B



รูปที่ 4.10 แผนภูมิแสดงผลการเปรียบเทียบความหนาแน่นของการจราจร โดยแบบจำลองสภาพ
จราจรกรณีก่อน และหลังการปรับปรุงขยายทางหลวงสายหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



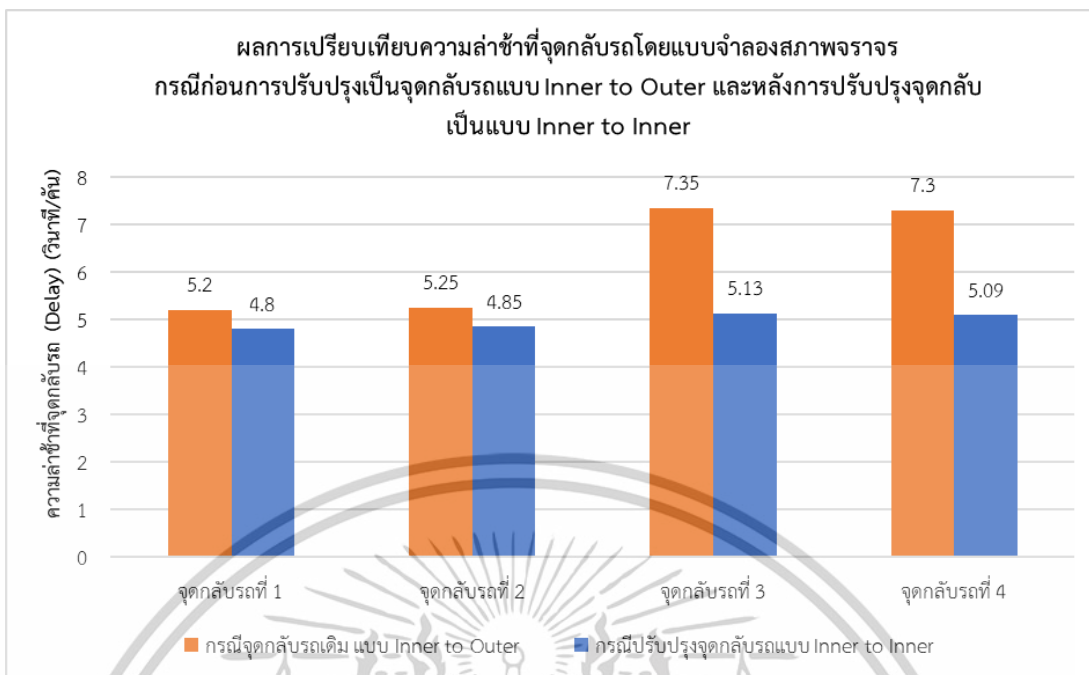
รูปที่ 4.11 แสดงระดับการให้บริการ (LOS) ความหนาแน่นของการจราจร (Density) โดยแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และหลังการปรับปรุงขยายทางหลวงสายหลัก

จากตารางที่ 4.5 เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของการจราจร โดยแบบจำลองสภาพจราจร พบว่า หลังการปรับปรุงขยายทางหลวงสายหลัก ช่วงถนนที่ 1 ให้ความหนาแน่นของการจราจรลดลง จาก 13.5 pc/km/ln เป็น 7.26 pc/km/ln คิดเป็น 46.22% ช่วงถนนที่ 2 ให้ความหนาแน่นของการจราจรลดลง จาก 12.9 pc/km/ln เป็น 8.07 pc/km/ln คิดเป็น 37.44% และช่วงถนนที่ 3 ให้ความหนาแน่นของการจราจรลดลง จาก 12.5 pc/km/ln เป็น 7.80 pc/km/ln คิดเป็น 46.22% ส่งผลให้ระดับการให้บริการเพิ่มขึ้นจาก C เป็น B ทั้ง 3 ช่วงถนน

ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบความล่าช้าที่จุดกลับรถโดยแบบจำลองสภาพจราจร กรณีก่อนการปรับปรุงเป็นจุดกลับรถแบบ Inner to Outer และหลังการปรับปรุงจุดกลับเป็นแบบ Inner to Inner

จุดกลับรถ	ความล่าช้าที่จุดกลับรถ (Delay) (วินาที/คัน)		ความล่าช้าเฉลี่ยลดลง (%)
	ก่อนการปรับปรุงจุดกลับรถแบบ Inner to Outer	หลังการปรับปรุงจุดกลับรถแบบ Inner to Inner	
จุดกลับรถที่ 1	5.20	4.80	7.69%
จุดกลับรถที่ 2	5.25	4.85	7.62%
จุดกลับรถที่ 3	7.35	5.13	30.20%
จุดกลับรถที่ 4	7.30	5.09	30.27%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แผนภูมิแสดงผลการเปรียบเทียบความล่าช้าที่จุดกลับรถโดยแบบจำลองสภาพจราจร กรณีก่อนการปรับปรุงเป็นจุดกลับรถแบบ Inner to Outer และหลังการปรับปรุงจุดกลับเป็นแบบ Inner to Inner

จากตารางที่ 4.6 เมื่อเปรียบเทียบตัวชี้วัดความล่าช้าที่จุดกลับรถโดยแบบจำลองสภาพจราจร พบว่า หลังการปรับปรุงจุดกลับรถจากแบบ Inner to Outer เป็นแบบ Inner to Inner จุดกลับรถที่ 1 มีความล่าช้าเฉลี่ยลดลง จาก 5.20 วินาที/คัน เป็น 4.80 วินาที/คัน คิดเป็น 7.69% จุดกลับรถที่ 2 มีความล่าช้าเฉลี่ยลดลง จาก 5.25 วินาที/คัน เป็น 4.85 วินาที/คัน คิดเป็น 7.62% จุดกลับรถที่ 3 มีความล่าช้าเฉลี่ยลดลง จาก 7.35 วินาที/คัน เป็น 5.13 วินาที/คัน คิดเป็น 30.20% และจุดกลับรถที่ 4 มีความล่าช้าเฉลี่ยลดลง จาก 7.30 วินาที/คัน เป็น 5.09 วินาที/คัน คิดเป็น 30.27%

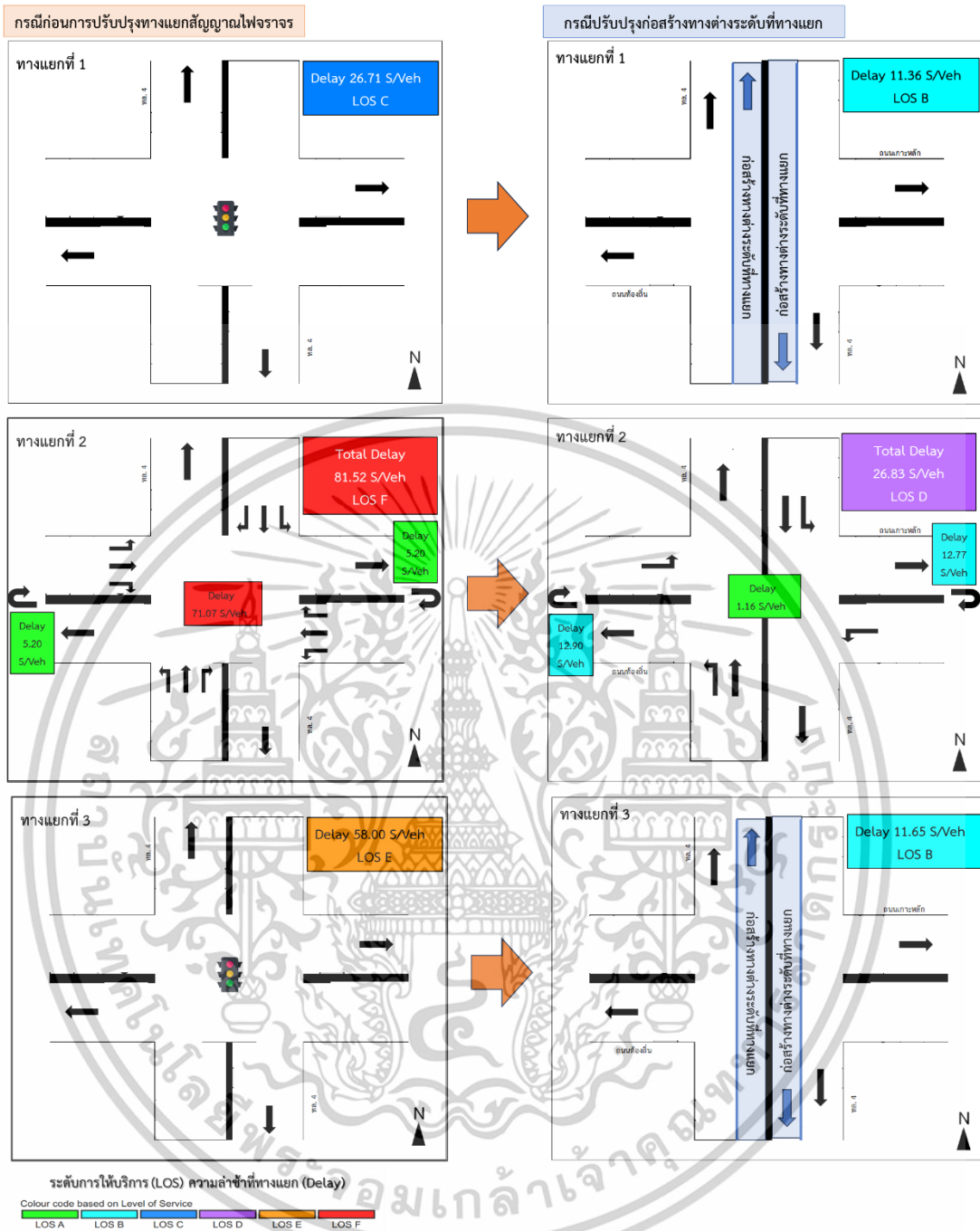
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบความล่าช้าที่ทางแยก โดยแบบจำลองสภาพจราจร กรณีก่อน และ หลังการปรับปรุงทางแยก

ทางแยก	ความล่าช้าที่ทางแยก (Delay) (วินาที/คัน)		ความล่าช้าเฉลี่ยลดลง (%)	ระดับการให้บริการ (Level of Service : LOS)	
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง		ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ทางแยกที่ 1 (สี่แยกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร) ปรับปรุงก่อสร้างทางต่างระดับที่ทางแยก บนแนวถนนสายหลัก	26.71	11.36	57.47%	C	B
ทางแยกที่ 2 (สี่แยกไม่มีสัญญาณไฟจราจร) ปรับปรุงปิดทางแยก (เลี้ยวซ้ายเข้า-เลี้ยว ซ้ายออก) ใช้จุดกลับรถซ้าย-ขวา	81.52	26.83	67.09%	F	D
รายละเอียดการวิเคราะห์ทางแยกและจุด กลับรถ	71.07	1.16			
- ทางแยกที่ 2					
- จุดกลับรถที่ 1 (ฝั่งขวาทางแยกที่ 2)*	5.20	12.77			
- จุดกลับรถที่ 2 (ฝั่งซ้ายทางแยกที่ 2)*	5.25	12.90			
ทางแยกที่ 3 (สี่แยกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร) ปรับปรุงก่อสร้างทางต่างระดับที่ทางแยก บนแนวถนนสายหลัก	58.00	11.65	79.91%	E	B

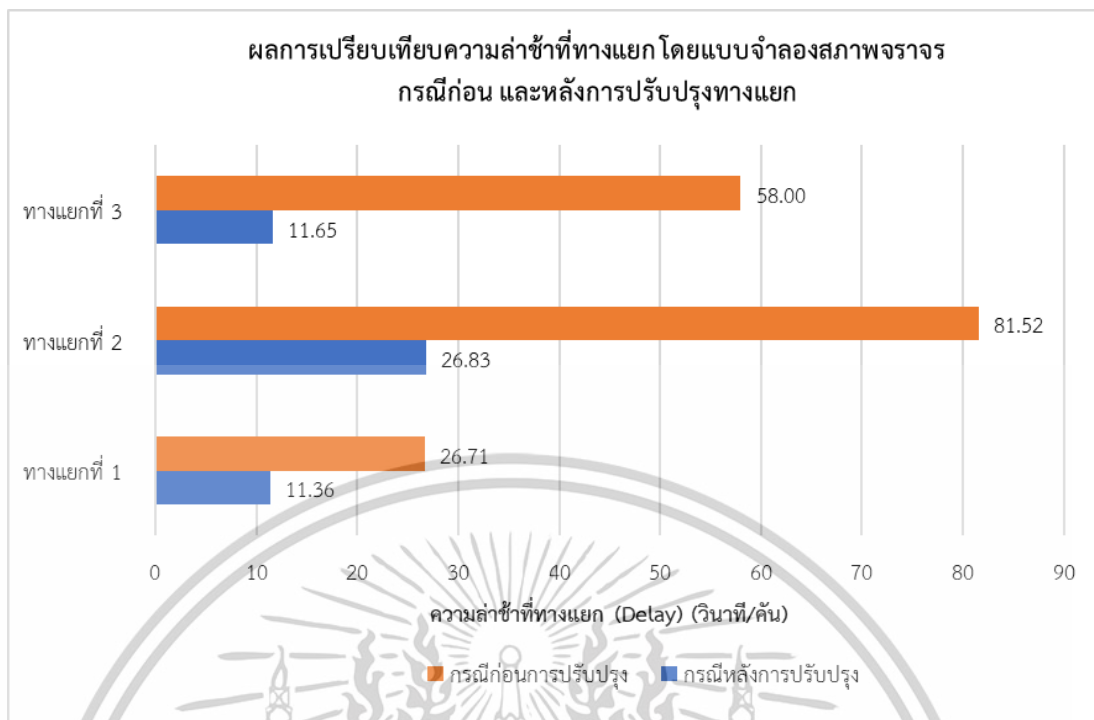
*หมายเหตุ : ทางแยกที่ 2 กรณีปรับปรุงปิดทางแยก (เลี้ยวซ้ายเข้า-เลี้ยวซ้ายออก) จะมีผลกระทบต่อจุดกลับรถข้างเคียง จึงมีการวิเคราะห์จุดกลับรถข้างเคียงร่วมด้วย ในกรณีนี้จุดกลับรถหลังปรับปรุงทางแยกกำหนดให้เป็นแบบ Inner to Outer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 แสดงระดับการให้บริการ (LOS) ความล่าช้าที่ทางแยก (Delay) โดยแบบจำลองสภาพจราจร กรณีก่อน และหลังการปรับปรุงทางแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



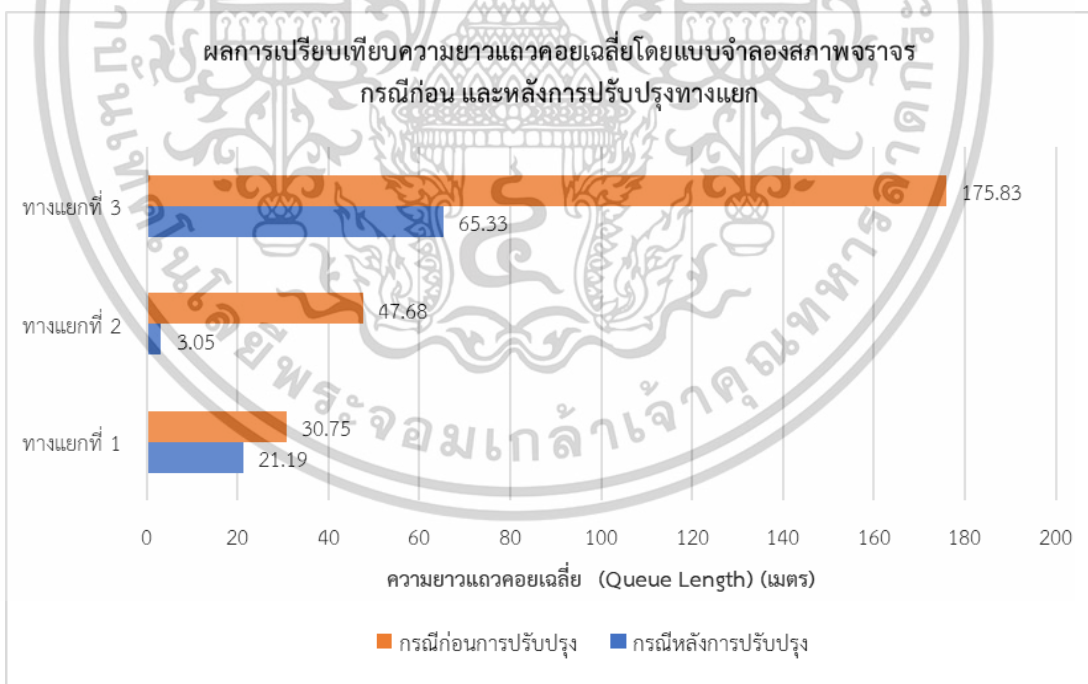
**รูปที่ 4.14 แผนภูมิแสดงผลการเปรียบเทียบความล่าช้าที่ทางแยก โดยแบบจำลองสภาพจราจร
กรณีก่อน และหลังการปรับปรุงทางแยก**

จากตารางที่ 4.7 เมื่อเปรียบเทียบตัวชี้วัดความล่าช้าที่ทางแยก โดยแบบจำลองสภาพจราจร พบว่า ทางแยกที่ 1 หลังการปรับปรุงก่อสร้างทางต่างระดับที่ทางแยกบนแนวถนนสายหลัก ความล่าช้าที่ทางแยกลดลงจาก 26.71 วินาที/คัน เป็น 11.36 วินาที/คัน คิดเป็น 57.47% ส่งผลให้ระดับการให้บริการเพิ่มขึ้นจาก C เป็น B ทางแยกที่ 2 หลังการปรับปรุงปิดทางแยก (เลี้ยวซ้ายเข้า-เลี้ยวซ้ายออก) ทำให้ความล่าช้าที่ทางแยกลดลงจาก 71.07 วินาที/คัน เป็น 1.16 วินาที/คัน ซึ่งเมื่อปิดทางแยก รถที่ต้องการตรงหรือเลี้ยวขวาต้องไปใช้จุดกลับรถซ้าย-ขวาในการเลี้ยวเข้าแยก ความล่าช้าที่จุดกลับรถที่ 1 (ฝั่งขวา) เพิ่มขึ้นจาก 5.20 วินาที/คัน เป็น 12.77 วินาที/คัน และความล่าช้าที่จุดกลับรถที่ 2 (ฝั่งซ้าย) เพิ่มขึ้นจาก 5.25 วินาที/คัน เป็น 12.90 วินาที/คัน และเมื่อรวมความล่าช้าที่ทางแยกและจุดกลับรถแล้วลดลงจาก 81.52 วินาที/คัน เป็น 26.83 วินาที/คัน คิดเป็น 67.09% ส่งผลให้ระดับการให้บริการเพิ่มขึ้นจาก F เป็น D และ ทางแยกที่ 3 หลังการปรับปรุงก่อสร้างทางต่างระดับที่ทางแยกบนแนวถนนสายหลัก ความล่าช้าที่ทางแยกลดลงจาก 58.00 วินาที/คัน เป็น 11.65 วินาที/คัน คิดเป็น 79.91% ส่งผลให้ระดับการให้บริการเพิ่มขึ้นจาก E เป็น B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบความยาวแถวคอยเฉลี่ยโดยแบบจำลองสภาพจราจร กรณีก่อน และ หลังการปรับปรุงทางแยก

ทางแยก	ความยาวแถวคอยเฉลี่ย (Queue Length) (เมตร)		ความยาวแถวคอยเฉลี่ย ลดลง (%)
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	
ทางแยกที่ 1 (สี่แยกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร) ปรับปรุงก่อสร้างทางต่างระดับที่ทางแยกบนแนวถนนสายหลัก	30.75	21.19	31.09%
ทางแยกที่ 2 (สี่แยกไม่มีสัญญาณไฟจราจร) ปรับปรุงปิดทางแยก (เลี้ยวซ้ายเข้า-เลี้ยวซ้ายออก) ใช้จุดกลับรถซ้าย-ขวา	47.68	3.05	93.60%
ทางแยกที่ 3 (สี่แยกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร) ปรับปรุงก่อสร้างทางต่างระดับที่ทางแยกบนแนวถนนสายหลัก	175.83	65.33	62.84%



รูปที่ 4.15 แผนภูมิแสดงผลการเปรียบเทียบความยาวแถวคอยเฉลี่ยโดยแบบจำลองสภาพจราจร กรณีก่อน และหลังการปรับปรุงทางแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.8 เมื่อเปรียบเทียบตัวชี้วัดความยาวแฉกคอยเฉลี่ยโดยแบบจำลองสภาพ
จราจร พบว่า ความยาวแฉกคอย ทางแยกที่ 1 หลังทำการปรับปรุงทางแยกลดลง จาก 30.75 เมตร
เป็น 21.19 เมตร คิดเป็น 31.09% ทางแยกที่ 2 หลังทำการปรับปรุงทางแยกลดลง จาก 47.68 เมตร
เป็น 3.05 เมตร คิดเป็น 93.60% และ ทางแยกที่ 3 หลังทำการปรับปรุงทางแยกลดลง จาก 175.83
เมตร เป็น 65.33 เมตร คิดเป็น 62.84%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

บทนี้จะเป็นการกล่าวถึงการสรุปผลการวิเคราะห์การปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลักกรณีศึกษาทางหลวงหมายเลข 4 ช่วง กม.276+300 - กม.315+000 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการวิเคราะห์การปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลักกรณีศึกษาทางหลวงหมายเลข 4 ช่วง กม.276+300 - กม.315+000 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จะเห็นได้ว่า ทางหลวงสายหลัก ถือเป็นโครงข่ายทางหลวงระดับประเทศ และระดับภูมิภาค เป็นเส้นทางรองรับการเดินทางขนส่งของคน และสินค้าตามแนวเส้นทางโลจิสติกส์ของประเทศ เป็นเส้นทางที่เชื่อมโยงจากจังหวัดต่าง ๆ ในภูมิภาคเข้าสู่จังหวัดที่เป็นเมืองศูนย์กลางของภูมิภาค ตลอดจนถึงเขตเศรษฐกิจพิเศษด้านการค้าชายแดน และโครงข่ายทางหลวงของประเทศเพื่อนบ้าน ดังนั้นเป้าหมายของการพัฒนาโครงข่ายทางหลวงสายหลัก จึงมุ่งเน้นที่การเดินทาง และขนส่งที่มีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัย ลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์ของภาคการคมนาคมขนส่งทางถนน

จากการจำแนกลำดับชั้นถนนของกรมทางหลวงตามหลักเกณฑ์ที่เป็นสากล โครงข่ายทางหลวงสายหลักถือเป็นเส้นทางที่มีลำดับชั้นความสำคัญสูง หรือจัดอยู่ในทางหลวงลำดับชั้นที่ 1 หรือลำดับชั้นที่ 2 เมื่อถนนได้เปิดบริการไปช่วงเวลาหนึ่ง จะเกิดการพัฒนารูปแบบของสภาพแวดล้อมสองข้างทางเกิดการพัฒนา และขยายตัวของพื้นที่ชุมชนโดยรอบ เป็นปัจจัยให้ถนนมีปริมาณจราจรเพิ่มสูงขึ้น มีกิจกรรมทางเศรษฐกิจ และการค้า เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเดินทาง และการใช้ประโยชน์ของที่ดินบริเวณสองข้างทาง มีความต้องการทางเชื่อมต่อเข้า-ออก จุดเปิดเกาะกลาง เกิดทางร่วม ทางแยก เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาจราจรติดขัด และปัญหาอุบัติเหตุรุนแรงบนทางหลวงสายหลัก จึงต้องดำเนินการสำรวจประเมินประสิทธิภาพ และความปลอดภัยของโครงข่ายทางหลวงสายหลัก เพื่อศึกษาวิเคราะห์กายภาพถนน และองค์ประกอบที่ส่งผลกระทบต่อจราจร และความปลอดภัยสำหรับกำหนดแนวทางปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมตามหลักวิศวกรรม เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการ และความปลอดภัยของโครงข่าย เพื่อให้ทางหลวงสายหลักสามารถรองรับการเดินทางสัญจรของประชาชน ได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ในการเป็นเส้นทางเชื่อมโยงระหว่างจังหวัดและภูมิภาคต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

รูปแบบการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก มีหลักแนวคิดและวิธีการออกแบบ เพื่อให้บริการการจราจร และผู้เดินทาง โดยเอื้อต่อการเคลื่อนตัวได้รวดเร็ว ให้กับผู้ใช้ที่ขี่ที่ใช้ทางหลัก และให้การเข้าถึงพื้นที่กับประชาชนผู้ใช้เส้นทางเข้า-ออกชุมชน หรือหมู่บ้าน ใช้งานได้ง่าย สะดวกปลอดภัยและให้บริการได้ตลอดทุกฤดูกาล ผู้ใช้ทางมีความคาดหวังในการใช้ความเร็วในการเดินทางที่สูง ควรมีสิ่งกีดขวางหรือรบกวนกระแสนจราจรผ่านตรงน้อยความเร็วในการออกแบบ 90-120 กม./ชม. ในขณะที่ความเร็วที่ใช้บนสายทางเฉลี่ยจะอยู่ระหว่าง 90-110 กม./ชม. และในการพิจารณาแบบจุดกลับรถ ซึ่งในทางสายหลักจะมีการเดินทางและขนส่งของรถบรรทุกขนาดใหญ่ค่อนข้างมาก จึงทำเอกสารนี้เป็นเอกสารทงสวนวิศวกรรมเพื่อการศึกษาค้นคว้า เสนอแนะให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เกิดการตัดกระแสจราจรจากการกลับรถของรถบรรทุกที่มีวงเลี้ยวที่กว้างกว่า ในการปรับปรุง เพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงจึงต้องปรับปรุงรูปแบบกลับรถเกาะกลางแบบ Inner to Inner ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อรองรับการใช้จุดกลับรถของรถบรรทุกของทางสายหลัก ส่วนรูปแบบทางแยก/ทางเชื่อม การพิจารณาจุดตัดทางแยกระหว่างถนนทางหลวงสายหลัก และถนนทางหลวงสายหลัก กรณีที่มีการรองรับปริมาณจราจรบนทางแยกอยู่เกณฑ์ที่ยอมรับได้ จะคงรูปแบบทางแยกเดิมที่เป็นสัญญาณไฟจราจร หรือให้เป็นทางแยกต่างระดับ จะต้องพิจารณาร่วมกับการวิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรมจราจร

โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อหาแนวทางการพัฒนา และเพิ่มประสิทธิภาพของโครงสร้างพื้นฐาน ช่วงถนน จุดตัด และทางแยก ทางหลวงสายหลัก เปรียบเทียบตัวชี้วัดในแบบจำลองสภาพจราจรกรณีก่อน และหลังปรับปรุงตามแนวคิดเพิ่มประสิทธิภาพของถนน

และมีขอบเขตในการศึกษาในพื้นที่ บนทางหลวงหมายเลข 4 บริเวณ ช่วง กม.276+300 - กม. 315+000 ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งอยู่ในเขตชุมชนเมือง และเป็นทางแยกที่ยังไม่มีการก่อสร้างสะพานข้ามแยกหรือทางลอด มีปัญหาด้านการจราจรที่ติดขัดในช่วงเวลาชั่วโมงเร่งด่วน มีปริมาณจราจรที่สูงบนช่วงถนน

ได้มีการดำเนินงานวิจัยโดยการสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน แลทางแยก สำรวจลักษณะทางกายภาพต่างๆ ในวันทำงาน 1 วัน และใช้ปริมาณจราจร ในชั่วโมงเร่งด่วนเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถนนในดัชนีชี้วัดต่างๆ

โดยใช้เครื่องมือในการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจร คือ โปรแกรม PTV VISSIM 7 ทำการวิเคราะห์ทั้งในกรณีก่อน และหลังทำการปรับปรุงตามแนวคิดเพิ่มประสิทธิภาพของถนนโดยได้มีการเสนอแนวคิดการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลักไว้ 3 กรณี ดังนี้

1. กรณีที่บนช่วงถนนทางหลวงสายหลักมีปริมาณจราจรหนาแน่นเกิดเป็นลักษณะคอขวด ปรับปรุงขยายถนนทางหลวงสายหลัก หรือทางแยก
2. กรณีบนช่วงถนนมีจุดกลับรถเดิมที่รถมาตัดกระแสจราจรทางหลวงสายหลัก แบบ Inner to Outer ปรับปรุงเป็นจุดกลับรถเปิดเกาะกลาง Inner to Inner
3. กรณีถนนสายหลักมีปริมาณจราจรผ่านเข้าสู่ทางแยกสูง ปรับปรุงจากทางแยกเดิมเป็นก่อสร้างทางต่างระดับที่ทางแยก หรือปิดทางแยกให้รถเลี้ยวซ้ายเข้า ซ้ายออก

ซึ่งผลหลังจากการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการทางหลวงสายหลักแล้วพบว่า ได้ความเร็วบนช่วงถนนหลังมีการปรับปรุง เพิ่มขึ้น จากปัจจุบัน 15.39% - 19.17% ความหนาแน่นของการจราจร ลดลง 37.44% - 43.22% ระดับการให้บริการเพิ่มขึ้นจาก LOS C เป็น LOS B ความล่าช้าที่จุดกลับรถ หลังปรับปรุงเป็นจุดกลับรถเป็นแบบ Inner to Inner ความล่าช้าลดลงได้ 7.69% - 30.27 % และความล่าช้าที่ทางแยก จากทางแยกระดับพื้นเดิมที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร ปรับปรุงก่อสร้างเป็นทางต่างระดับที่ทางแยกในแนวทางหลวงสายหลัก ความล่าช้าที่ทางแยกลดลง 57.47% - 79.91% ความยาวแถวคอยเฉลี่ยลดลง 31.09% - 62.84% ส่วนทางแยกระดับพื้นเดิมที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร ปรับปรุงปิดทางแยก (เลี้ยวซ้ายเข้า-เลี้ยวซ้ายออก) ความล่าช้าที่ทางแยกลดลง 67.09% และความยาวแถวคอยเฉลี่ยลดลง 93.60%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก ตามแนวคิดที่ทางผู้วิจัยเสนอไว้ข้างต้นนั้น สามารถทำให้ถนนสายหลักมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถลดปัญหาด้านจราจรได้ สามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาสายทางหลักอื่นๆได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1.แนวคิดการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพของโครงสร้างพื้นฐาน ช่วงถนน และจุดตัดทางแยกที่ทางผู้วิจัยนำเสนอในงานวิจัยในครั้งนี้เป็นเพียงแนวคิดที่อยู่บนพื้นฐานของการศึกษาด้านจราจรเท่านั้น โดยให้ความสำคัญกับการเพิ่มประสิทธิภาพบนทางสายหลักเท่านั้น ซึ่งบางพื้นที่อาจมีปัจจัยในด้านอื่นๆ ที่ไม่สามารถใช้แนวคิดนี้ได้

2. อาจมีการวิเคราะห์และประเมินผลการศึกษาตัวชี้วัดในด้านอื่นๆ เช่น เรื่องความปลอดภัย ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์

3. จากผลการศึกษาทางหน่วยงานรัฐ หรือผู้ออกแบบ สามารถนำแนวคิดที่เสนอในการศึกษานี้ไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการของทางหลวงสายหลักในพื้นที่ใกล้เคียงกันได้

4. การนำผลการวิเคราะห์จากงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้หรือศึกษาต่อในอนาคตนั้น อาจจะมีการศึกษาในขอบเขตที่กว้างออกไป

5. มีการนำเสนอแนวคิดในการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพด้านความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- ธวัชชัย ปัญญาคิด, อัมพล การุณสุนทวงษ์. การจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคโดยโปรแกรม VISSIM เพื่อปรับปรุงมาตรการควบคุมการจราจรบริเวณจุดตัดผ่านทางรถไฟด้วยสัญญาณไฟจราจรแบบฟรีเอ็มเซ็น, 2022, วารสาร UTK ราชชมงคลกรุงเทพ.
- ทวี วิชัยเมธาวี. (2546). "การพัฒนาวิธีควบคุมสัญญาณไฟจราจรในสภาพอิมตัว." วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรเมศวร์ เหลือเทพ. (2559). วิศวกรรมจราจร. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาวิศวกรรมขนส่ง. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ปฏิเวชวุฒิสักดิ์ สุขชี. (2023). แนวคิดการออกแบบทางหลวงสายหลักที่ได้มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับประเทศไทย เพื่อสร้างสมดุลการใช้ความเร็วกับวิถีชีวิตของชุมชนสองฝั่งทางหลวง. การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 28
- สรเมศวร์ พิริยะวัฒน์. (2551). วิศวกรรมจราจร. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาวิศวกรรมขนส่ง. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สำนักแผนงาน กรมทางหลวง และมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาและจัดทำข้อมูลการจำแนกลำดับชั้นของโครงข่ายทางหลวงแผ่นดินทั่วประเทศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการวางแผนพัฒนาและบริหารจัดการทางหลวง, 2563, กรุงเทพฯ.
- American Association of State Highway and Transportation Officials (2011). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, American Association of State Highway and Transportation Officials, pp. 1-4-1-13.
- Boxill (2007). "An Evaluation of 3-D Traffic Simulation Modeling Capabilities." Research Report SWUTC/07/167621-1. Center for Transportation Training and Research Texas Southern University, USA.
- Federal Highway Administration (FHWA). (2013). Highway Functional Classification: Concepts, Criteria and Procedures. PDF
- Giles-Corti, B., Lowe, M., & Arundel, J. (2017). Designing roadways to support public health and transportation goals. Public Health Reports, 132(1_suppl), 18S–24S
- Henry X. Liu and Saif Eddin Jabari (2008). Evaluation of Corridor Traffic Management and Planning Strategies That Use Microsimulation. Article in Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board December 2008.
- Highway Capacity Manual [HCM]. (2000). Handbook manuals. Washington D.C., U.S.A. National Research Council.
- Kaseko.(2002). "Comparative Evaluation of Simulation Software for Traffic Operations." Traffic and Transport Planning. Page 101-206

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Mosseri, G., Hall, M., Meyers and J.J. (2004). "VISSIM Micro-Simulation Modeling of Complex Geometry and Traffic Control: A Case Study of Ocean Parkwa Paper presented at the ITE 2004 Annual Meeting and Exhibit. Lake Buena Vista (FL), USA.
- Nicoli, F., Pratelli, A. and Akçelik, R. (2015). Improvement of the West road corridor for accessing to the New Hospital of Lucca (Italy). Urban Transport XXI, WIT Transactions on the Built Environment, Vol. 146, WIT Press, Southampton, UK, pp 449-460.
- PTV Planung Transport Verkehr AG [PTV]VISSIM 7.0, User Manual, PTV, Karlsruhe, 2014.
- Transportation Research Board. (2010). Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, National Research Council, , Washington, DC.
- Wuttikai Chaipanha and Pongrid Klungboonkrong. (2010). "Analysis of Traffic Management System Alternatives at the Five-Leg Junction (The City Spirit House) in the Khon Kaen City Using PARAMICS." 3'd ATRANS Symposium Student Chapter Session, Bangkok. Page 28-38-38.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

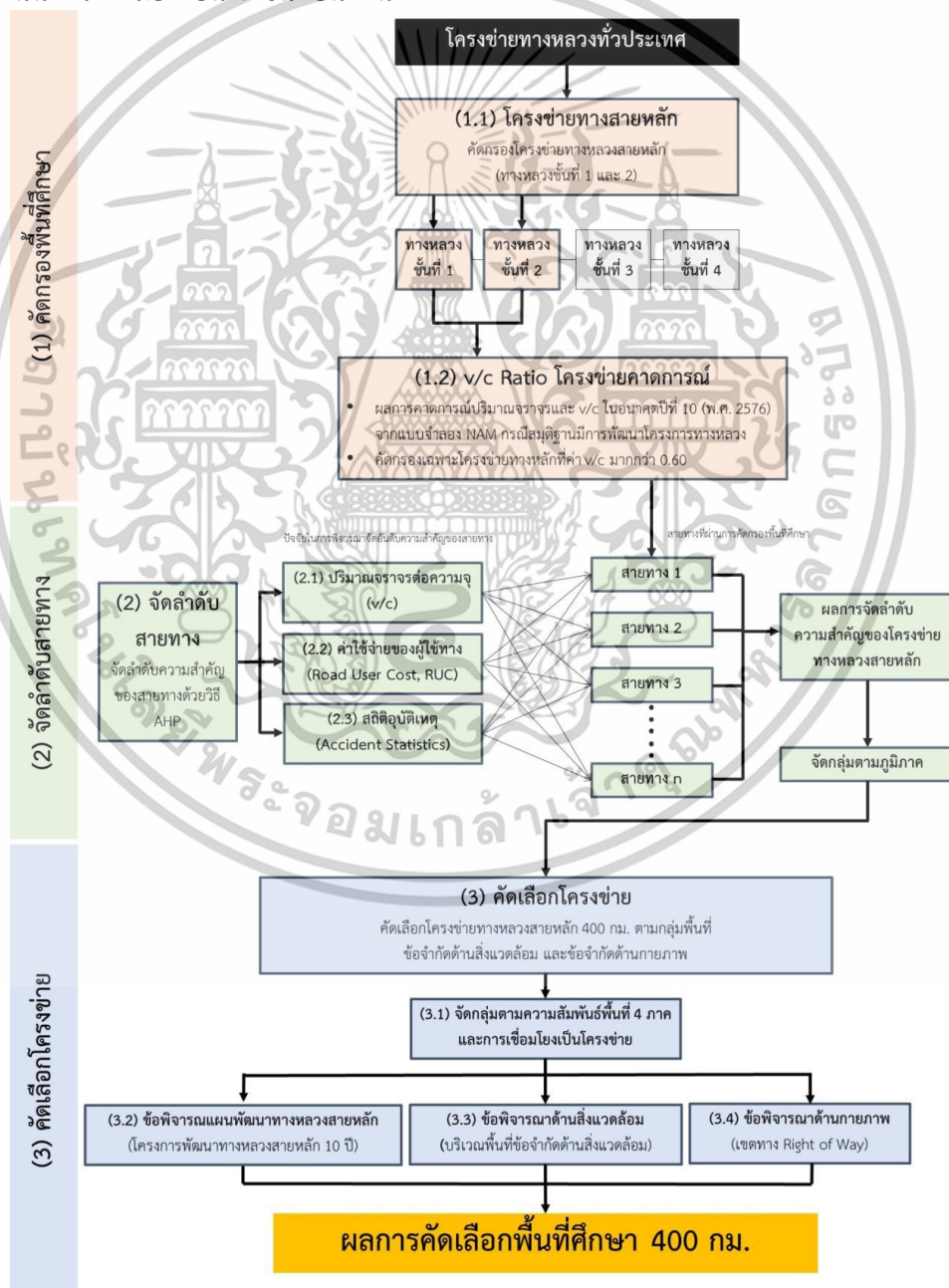
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก : การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

การศึกษาคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

การศึกษาจัดทำแผนการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลักเพื่อแก้ไขปัญหาจราจรและยกระดับความปลอดภัย กรมทางหลวงได้ทำการทบทวนเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ (Warrant) สำหรับโครงการพัฒนาทางต่างระดับหรือทางแยกต่างระดับตาม American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) ที่ได้ นำเสนอไว้ในคู่มือ A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (Green Book)

จากการทบทวนเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ได้กำหนดเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา และขั้นตอนการดำเนินการคัดเลือกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้



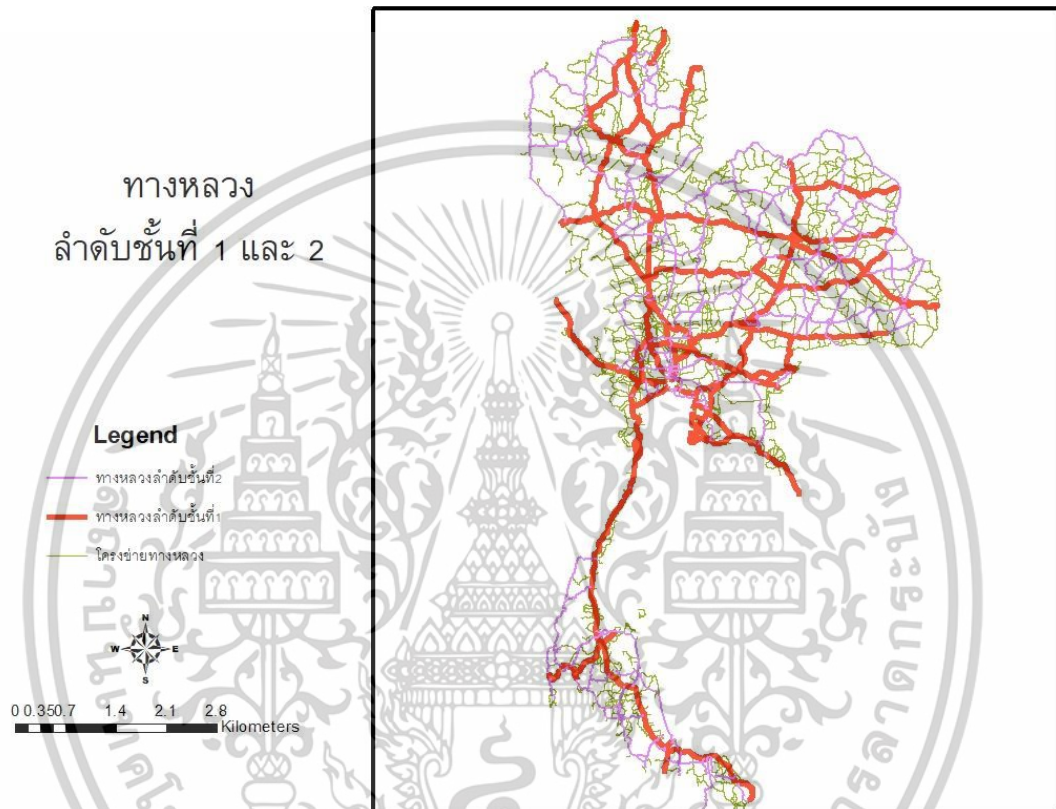
รูป ก-1 แสดงกระบวนการในการคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ประโยชน์ในการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

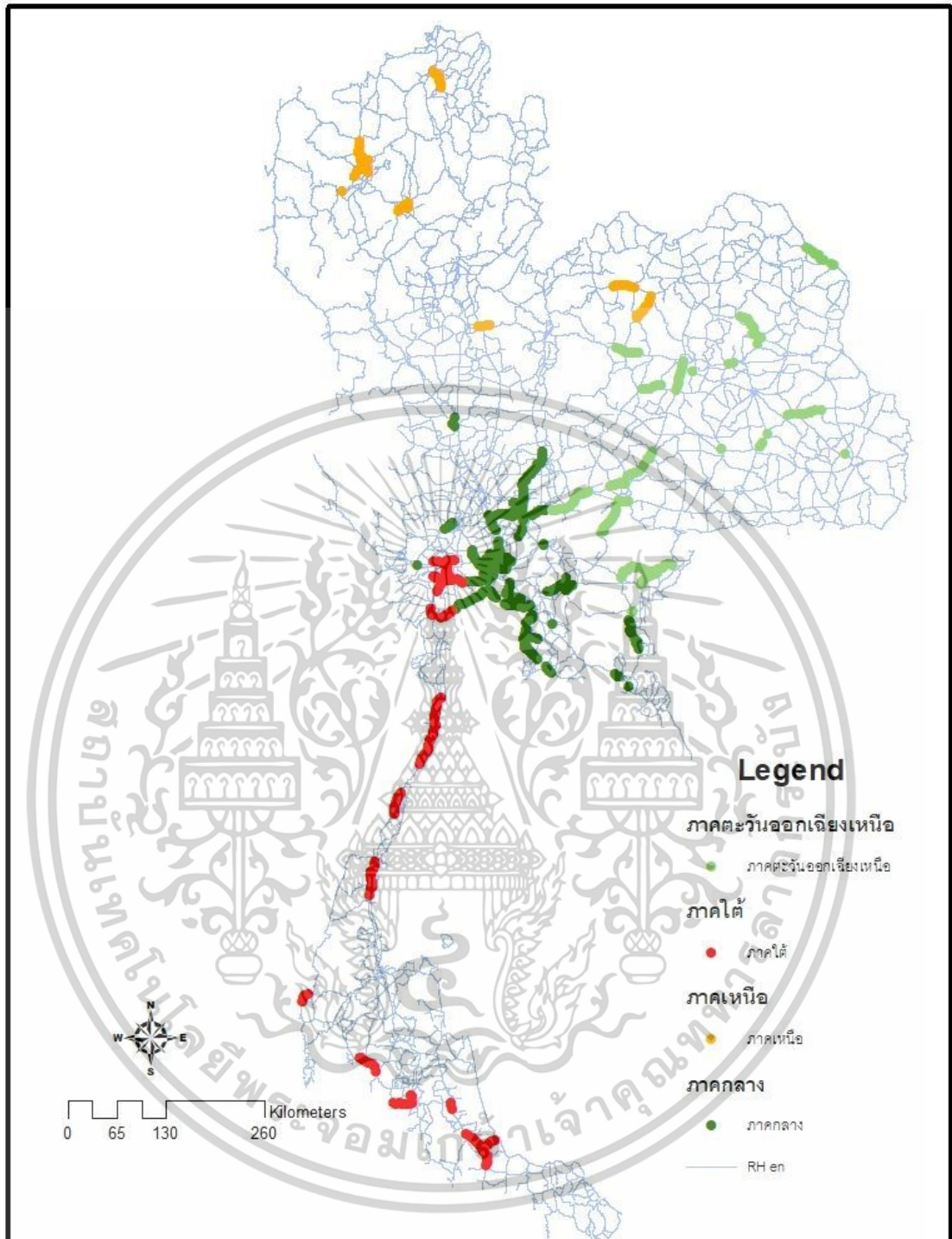
1. คัดกรองพื้นที่ศึกษา

โดยการพิจารณาคัดเลือกพื้นที่ศึกษาและรูปแบบการพัฒนาโครงข่ายทางหลวงสายหลักในลำดับแรก จะทำการคัดกรองพื้นที่ศึกษาในขั้นต้นก่อน โดยในขั้นตอนแรกที่จะทำการคัดกรองเฉพาะทางสายหลัก โดยพิจารณาทางหลวงลำดับชั้นทางหลวงชั้นที่ 1 และ 2 จากทางหลวงทั้งหมดที่มีในโครงข่ายทางหลวงของประเทศ ซึ่งมีระยะทางรวมของทางหลวงลำดับชั้นที่ 1 และ 2 เป็น 9,565 และ 11,842 กิโลเมตร ตามลำดับ



รูป ก-2 โครงข่ายทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้นที่ 1 และ ลำดับชั้นที่ 2

ข้อมูลโครงข่ายถูกนำมาคัดกรองอีกครั้งโดยใช้ค่าสัดส่วนของปริมาณจราจรต่อความจุของทางหลวง (V/C) ในปีอนาคต โดยที่เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลดังกล่าว ได้ทำการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองด้านการจราจร และขนส่งระดับประเทศ (National Model, NAM) ซึ่งเป็นแบบจำลองสำหรับการวิเคราะห์การเดินทาง ที่สามารถพยากรณ์การเดินทางของคนและสินค้าระหว่างจังหวัดทั่วประเทศ

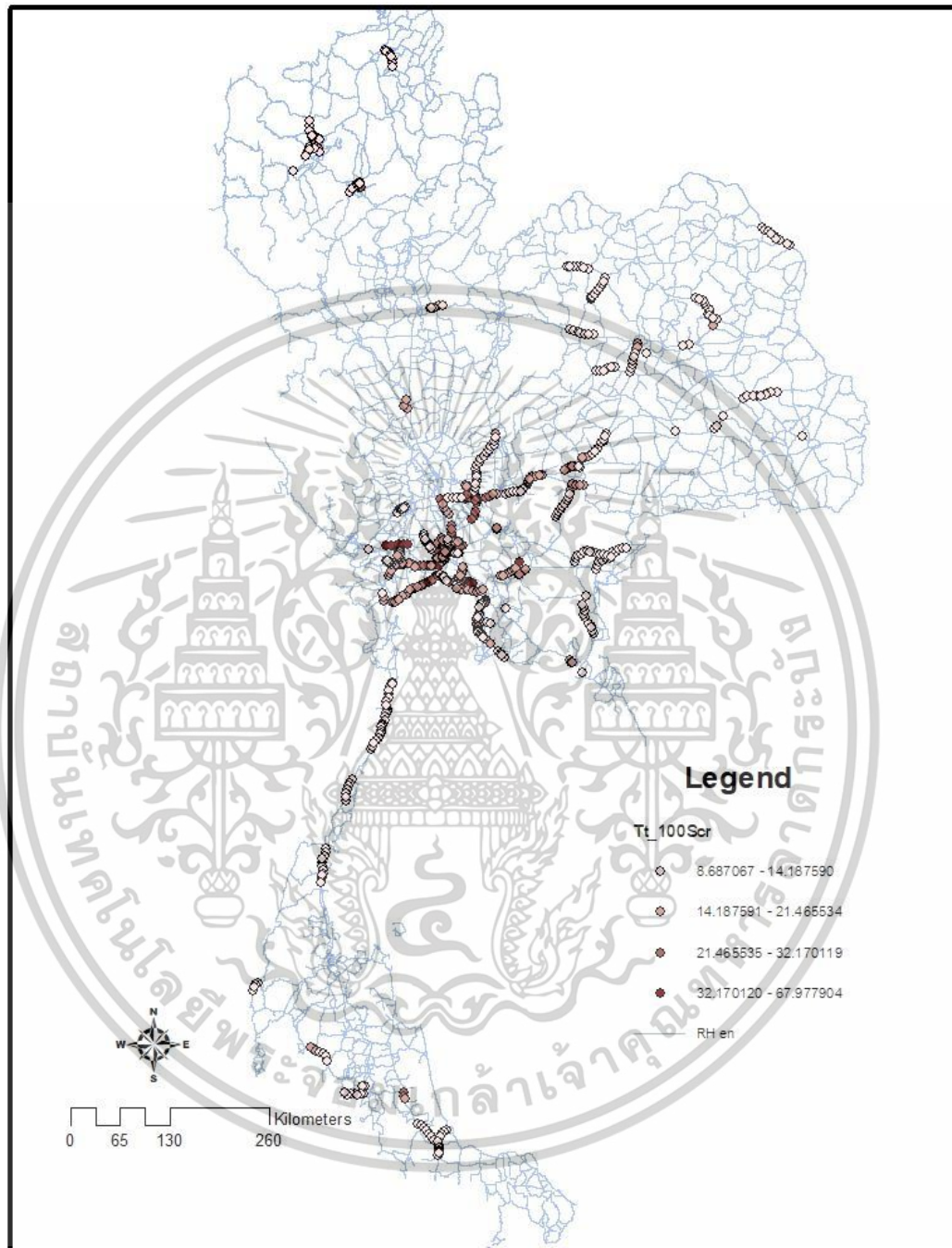


รูป ก-3 โครงข่ายทางหลวงที่มีสัดส่วนของปริมาณจราจรต่อความจุของทางหลวง (V/C) ในปีอนาคต (พ.ศ.2576) ไม่น้อยกว่า 0.6

2. จัดลำดับสายทาง

ขั้นตอนต่อมาเป็นการจัดลำดับสายทางเพื่อทำการคัดเลือก โดยพิจารณาคะแนนจากค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยด้วยวิธีการระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process, AHP) ของ 3 ปัจจัยหลัก ประกอบด้วย ปริมาณจราจรต่อความจุ (V/C) ค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปเผยแพร่เช่นในด้านวิชาการไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทาง (Road User Costs, RUC) และสถิติอุบัติเหตุ (Accident Statistics, ACCs) โดยจากค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย จะถูกนำมาวิเคราะห์ผลการคัดเลือกช่วงถนนและให้คะแนน



รูป ก-4 ช่วงการให้คะแนนช่วงถนนทั้งประเทศ

3. คัดเลือกโครงข่าย

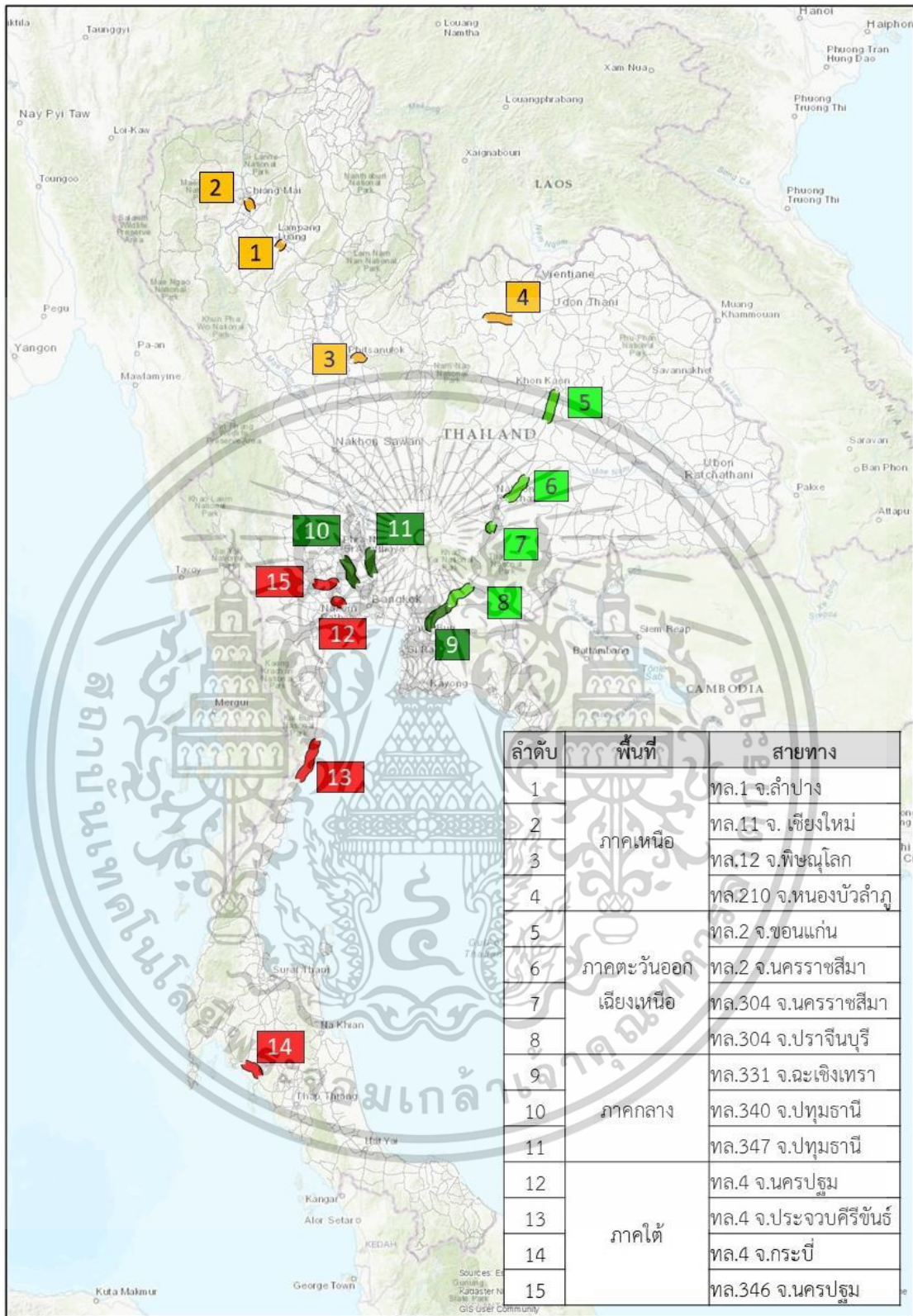
หลังจากที่ได้ทำการจัดลำดับและให้คะแนนสายทางได้ทำการจัดกลุ่มตามพื้นที่ 4 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ จากนั้นจะทำการเชื่อมโยงเป็นโครงข่าย (Corridor) โดยพิจารณาจากขอบเขตของจังหวัด กลุ่มจังหวัด หรือเขตความรับผิดชอบของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นชอบเรียบร้อยแล้ว ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานทางหลวง และคัดเลือกโครงข่ายแนวสายทางแยกเป็นรายภูมิภาคประมาณภูมิภาคละ 100 กิโลเมตร ครอบคลุมทั่วประเทศรวมไม่น้อยกว่า 400 กิโลเมตร สามารถสรุปโครงข่ายที่ได้รับการคัดเลือกแยกตามภาค ดังแสดงในตารางที่ ก.1 และรูปที่ ก.5

ตารางที่ 3.1 สรุปโครงข่ายที่ได้รับการคัดเลือกแยกตามภาค

พื้นที่	จำนวน corridor	สายทาง	ระยะทาง (กม.)
ภาคเหนือ	4	ทล.11 จ. เชียงใหม่	10.149
		ทล.210 จ.หนองบัวลำภู	33.446
		ทล.12 จ.พิษณุโลก	5.769
		ทล.1 จ.ลำปาง	14.500
ระยะทางรวม (กม.)			63.864
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	4	ทล.304 จ.ปราจีนบุรี	39.444
		ทล.304 จ.นครราชสีมา	8.095
		ทล.2 จ.นครราชสีมา	38.760
		ทล.2 จ.ขอนแก่น	39.800
ระยะทางรวม (กม.)			126.099
ภาคใต้	4	ทล.346 จ.นครปฐม	29.272
		ทล.4 จ.นครปฐม	18.873
		ทล.4 จ.กระบี่	24.421
		ทล.4 จ.ประจวบคีรีขันธ์	59.513
ระยะทางรวม (กม.)			132.079
ภาคกลาง	3	ทล.331 จ.ฉะเชิงเทรา	41.855
		ทล.347 จ.ปทุมธานี	37.200
		ทล.340 จ.ปทุมธานี	33.260
ระยะทางรวม (กม.)			112.315
ระยะทางรวมทั้งหมด (กม.)			434.357

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา: การศึกษาจัดทำแผนการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลักเพื่อแก้ไขปัญหาจราจรและยกระดับความปลอดภัย ของกรมทางหลวง

รูปที่ ก-5 ตำแหน่งของโครงข่ายที่ได้รับการคัดเลือกในภาพรวมทั้งประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข : แบบฟอร์มการสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน

แบบฟอร์มสำรวจปริมาณจราจรแยกประเภทบนช่วงถนน (Mid-Block Classified Traffic Counts)

วันที่สำรวจ: _____

ชื่อผู้สำรวจ: _____ ชื่อผู้ควบคุม: _____

จุดสำรวจ: _____ ทิศทาง: _____

ช่วงเวลา	รถจักรยาน 2-3 ล้อ	รถจักรยานยนต์ รถสามล้อเครื่อง	รถยนต์นั่งส่วนบุคคล ไม่ว่ามี 2 คน	รถยนต์นั่งส่วนบุคคล 7 คน	รถโดยสาร ขนาดเล็ก	รถโดยสาร ขนาดกลาง	รถโดยสาร ขนาดใหญ่	รถบรรทุก ขนาดเกิน 4 ล้อ	รถบรรทุก ขนาดไม่เกิน 4 ล้อ	รถบรรทุก ขนาดเกิน 6 ล้อ	รถบรรทุก ขนาดไม่เกิน 6 ล้อ	รถบรรทุก ขนาดใหญ่ 10 ล้อ	รถบรรทุก ขนาดใหญ่ 10 ล้อ	รถบรรทุก ขนาดใหญ่ 10 ล้อ
07:00 - 07:15														
07:15 - 07:30														
07:30 - 07:45														
07:45 - 08:00														
08:00 - 08:15														
08:15 - 08:30														
08:30 - 08:45														
08:45 - 09:00														
09:00 - 09:15														
09:15 - 09:30														
09:30 - 09:45														
09:45 - 10:00														
10:00 - 10:15														
10:15 - 10:30														
10:30 - 10:45														
10:45 - 11:00														
11:00 - 11:15														
11:15 - 11:30														
11:30 - 11:45														
11:45 - 12:00														
12:00 - 12:15														
12:15 - 12:30														
12:30 - 12:45														
12:45 - 13:00														
13:00 - 13:15														
13:15 - 13:30														
13:30 - 13:45														
13:45 - 14:00														
14:00 - 14:15														
14:15 - 14:30														
14:30 - 14:45														
14:45 - 15:00														
15:00 - 15:15														
15:15 - 15:30														
15:30 - 15:45														
15:45 - 16:00														
16:00 - 16:15														
16:15 - 16:30														
16:30 - 16:45														
16:45 - 17:00														
17:00 - 17:15														
17:15 - 17:30														
17:30 - 17:45														
17:45 - 18:00														
18:00 - 18:15														
18:15 - 18:30														
18:30 - 18:45														
18:45 - 19:00														

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค : แบบฟอร์มการสำรวจปริมาณจราจรที่ทางแยก

แบบฟอร์มสำรวจปริมาณจราจรบริเวณทางแยก (Turning Movement Count)

วันที่สำรวจ: _____

ชื่อผู้สำรวจ: _____ ชื่อผู้ควบคุม: _____

จุดสำรวจ: _____ ทิศทาง: _____

ช่วงเวลา	รถจักรยาน 2 - 3 ล้อ	รถจักรยานยนต์ รถสามล้อเครื่อง	รถยนต์ส่วนบุคคล ไม่เกิน 7 คน	รถยนต์รับจ้าง ไม่เกิน 7 คน	รถโดยสาร ขนาดเล็ก	รถโดยสาร ขนาดกลาง	รถโดยสาร ขนาดใหญ่	รถบรรทุก ขนาดเล็ก 1 ล้อ	รถบรรทุก ขนาดกลาง 6 ล้อ	รถบรรทุก ขนาดใหญ่ 10 ล้อ	รถบรรทุก พ่วง	รถบรรทุก ดึงพ่วง
07:00 - 07:15												
07:15 - 07:30												
07:30 - 07:45												
07:45 - 08:00												
08:00 - 08:15												
08:15 - 08:30												
08:30 - 08:45												
08:45 - 09:00												
09:00 - 09:15												
09:15 - 09:30												
09:30 - 09:45												
09:45 - 10:00												
10:00 - 10:15												
10:15 - 10:30												
10:30 - 10:45												
10:45 - 11:00												
11:00 - 11:15												
11:15 - 11:30												
11:30 - 11:45												
11:45 - 12:00												
12:00 - 12:15												
12:15 - 12:30												
12:30 - 12:45												
12:45 - 13:00												
13:00 - 13:15												
13:15 - 13:30												
13:30 - 13:45												
13:45 - 14:00												
14:00 - 14:15												
14:15 - 14:30												
14:30 - 14:45												
14:45 - 15:00												
15:00 - 15:15												
15:15 - 15:30												
15:30 - 15:45												
15:45 - 16:00												
16:00 - 16:15												
16:15 - 16:30												
16:30 - 16:45												
16:45 - 17:00												
17:00 - 17:15												
17:15 - 17:30												
17:30 - 17:45												
17:45 - 18:00												
18:00 - 18:15												
18:15 - 18:30												
18:30 - 18:45												
18:45 - 19:00												

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง : ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพช่วงถนนและทางแยก



รูปที่ ง-1 กายภาพบนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 (ถนนเพชรเกษม)
ช่วงถนน 1 (กม.276+300- กม.286+035)



รูปที่ ง-2 กายภาพบนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 (ถนนเพชรเกษม)
ช่วงถนน 2 (กม.286+035 ถึง กม.311+790)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง-3 ภาพถ่ายบนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 (ถนนเพชรเกษม)
ช่วงถนน 3 (กม.311+790 ถึง กม.315+000)



รูปที่ ง-4 ภาพถ่ายทางแยกที่ 1 แยกวัดกุยบุรี อยู่ช่วง กม.279+145 (ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง-5 ภาพถ่ายทางแยกที่ 2 แยกบ่อนอก อยู่ช่วง กม.286+035 (ไม่มีสัญญาณไฟจราจร)



รูปที่ ง-6 ภาพถ่ายทางแยกที่ 3 แยกเกาะหลัก อยู่ช่วง กม. 311+790 (ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ : ผลการสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน

ช่วงถนนที่ 1 มุ่งสู่ทิศเหนือ

ช่วงเวลา		รถจักรยานยนต์	รถจักรยานยนต์ รถสามล้อ	รถยนต์นั่ง ส่วนบุคคล ไม่เกิน 7 คน	รถยนต์นั่ง ส่วนบุคคล เกิน 7 คน	รถโดยสาร ขนาดเล็ก	รถโดยสาร ขนาดกลาง	รถโดยสาร ขนาดใหญ่	รถบรรทุก ขนาดเล็ก	รถบรรทุก ขนาดกลาง	รถบรรทุก ขนาดใหญ่	รถบรรทุก พ่วง	รถบรรทุกกึ่ง พ่วง	รวม (คัน)	รวม (PCU)
07:00	- 08:00	0	70	247	19	0	1	0	84	46	43	29	52	591	777
08:00	- 09:00	0	48	484	38	0	0	0	77	31	55	20	72	825	1,044
09:00	- 10:00	0	69	669	20	0	1	0	94	38	48	24	96	1,059	1,303
10:00	- 11:00	0	71	624	20	0	1	0	60	37	39	25	106	983	1,228
11:00	- 12:00	0	58	645	26	0	1	0	57	27	45	21	112	992	1,248
12:00	- 13:00	1	49	667	35	0	0	1	92	33	40	25	89	1,032	1,263
13:00	- 14:00	0	59	714	36	0	1	0	108	20	52	22	97	1,109	1,347
14:00	- 15:00	0	63	668	43	0	0	0	106	23	50	23	99	1,075	1,314
15:00	- 16:00	1	52	710	34	0	1	0	93	30	52	29	118	1,120	1,413
16:00	- 17:00	1	42	689	32	0	0	0	76	33	57	34	113	1,077	1,387
17:00	- 18:00	0	48	668	29	0	0	0	67	22	47	19	102	1,002	1,244
18:00	- 19:00	0	49	603	23	0	0	1	83	29	39	27	89	943	1,173
รวม		3	678	7,388	355	0	6	2	997	369	567	298	1,145	11,808	14,742

ช่วงถนนที่ 1 มุ่งสู่ทิศใต้

ช่วงเวลา			รถจักรยานยนต์	รถจักรยานยนต์ รถสามล้อ	รถยนต์นั่ง ส่วนบุคคล ไม่เกิน 7 คน	รถยนต์นั่ง ส่วนบุคคล เกิน 7 คน	รถโดยสาร ขนาดเล็ก	รถโดยสาร ขนาดกลาง	รถโดยสาร ขนาดใหญ่	รถบรรทุก ขนาดเล็ก	รถบรรทุก ขนาดกลาง	รถบรรทุก ขนาดใหญ่	รถบรรทุก พ่วง	รถบรรทุก พ่วง	รวม (คัน)	รวม (PCU)
07:00	-	08:00	0	156	363	16	0	1	0	149	55	45	20	65	870	1,016
08:00	-	09:00	0	84	445	25	2	3	4	167	58	31	11	66	896	1,067
09:00	-	10:00	0	68	407	22	0	4	5	169	63	41	12	61	852	1,048
10:00	-	11:00	0	62	396	25	0	0	2	163	47	31	15	61	802	970
11:00	-	12:00	1	42	423	33	1	1	5	147	37	27	18	51	786	944
12:00	-	13:00	0	49	435	20	0	3	2	163	30	40	9	35	786	913
13:00	-	14:00	0	46	451	33	0	0	3	168	43	40	9	65	858	1,045
14:00	-	15:00	0	39	476	31	0	8	3	183	42	53	10	61	906	1,115
15:00	-	16:00	0	61	419	18	0	1	5	197	78	86	23	79	967	1,292
16:00	-	17:00	2	86	509	33	0	0	0	183	81	88	23	123	1,128	1,501
17:00	-	18:00	0	104	485	41	0	1	7	164	67	78	35	126	1,108	1,472
18:00	-	19:00	1	65	365	23	0	2	5	145	62	96	23	114	901	1,275
รวม			4	862	5,174	320	3	24	41	1,998	663	656	208	907	10,860	13,659

ช่วงถนนที่ 2 มุ่งสู่ทิศเหนือ

ช่วงเวลา			รถจักรยานยนต์	รถจักรยานยนต์ รถสามล้อ	รถยนต์นั่ง ส่วนบุคคล ไม่เกิน 7 คน	รถยนต์นั่ง ส่วนบุคคล เกิน 7 คน	รถโดยสาร ขนาดเล็ก	รถโดยสาร ขนาดกลาง	รถโดยสาร ขนาดใหญ่	รถบรรทุก ขนาดเล็ก	รถบรรทุก ขนาดกลาง	รถบรรทุก ขนาดใหญ่	รถบรรทุก พ่วง	รถบรรทุกกึ่ง พ่วง	รวม (คัน)	รวม (PCU)
07:00	-	08:00	0	198	383	26	0	0	4	94	67	38	12	74	896	1,021
08:00	-	09:00	0	129	425	35	0	0	9	116	63	46	6	64	893	1,054
09:00	-	10:00	0	61	413	15	0	0	4	119	50	55	8	51	776	961
10:00	-	11:00	0	44	512	20	0	0	3	86	45	63	8	54	835	1,041
11:00	-	12:00	0	63	497	31	0	0	1	93	67	36	10	45	843	1,006
12:00	-	13:00	0	66	603	35	0	0	6	121	59	25	7	44	966	1,102
13:00	-	14:00	0	52	618	33	2	0	10	118	82	33	18	78	1,044	1,297
14:00	-	15:00	0	45	638	27	2	0	2	115	88	39	13	77	1,046	1,301
15:00	-	16:00	0	59	657	45	1	0	4	112	58	68	18	93	1,115	1,407
16:00	-	17:00	0	99	714	43	0	0	14	109	62	54	21	84	1,200	1,450
17:00	-	18:00	0	77	605	31	0	1	1	109	59	87	18	98	1,086	1,400
18:00	-	19:00	2	72	460	35	1	0	3	122	78	84	19	87	963	1,280
รวม			2	965	6,525	376	6	1	61	1,314	778	628	158	849	11,663	14,318

ช่วงถนนที่ 2 มุ่งสู่ทิศใต้


ช่วงเวลา		รถจักรยานยนต์	รถจักรยานยนต์ รถสามล้อ	รถยนต์นั่ง ส่วนบุคคล ไม่เกิน 7 คน	รถยนต์นั่ง ส่วนบุคคล เกิน 7 คน	รถโดยสาร ขนาดเล็ก	รถโดยสาร ขนาดกลาง	รถโดยสาร ขนาดใหญ่	รถบรรทุก ขนาดเล็ก	รถบรรทุก ขนาดกลาง	รถบรรทุก ขนาดใหญ่	รถบรรทุก พ่วง	รถบรรทุก พ่วง	รวม (คัน)	รวม (PCU)
07:00	- 08:00	0	81	311	20	2	1	1	76	63	16	14	90	675	867
08:00	- 09:00	0	88	448	36	0	0	3	93	66	39	8	71	852	1,040
09:00	- 10:00	0	35	522	30	0	0	3	133	81	37	10	50	901	1,107
10:00	- 11:00	0	55	487	24	1	0	5	106	59	36	9	52	834	1,008
11:00	- 12:00	0	70	575	37	0	0	5	126	54	24	10	62	963	1,120
12:00	- 13:00	0	58	530	30	0	0	4	94	47	26	15	35	839	966
13:00	- 14:00	0	40	584	31	0	0	3	87	57	21	7	34	864	991
14:00	- 15:00	1	76	620	31	0	0	10	106	57	25	13	63	1,002	1,170
15:00	- 16:00	0	81	617	30	2	0	10	131	96	41	12	72	1,092	1,333
16:00	- 17:00	0	159	592	54	0	0	8	116	108	69	26	93	1,225	1,518
17:00	- 18:00	0	171	580	37	0	0	13	140	72	43	24	119	1,199	1,450
18:00	- 19:00	0	94	457	23	0	0	3	122	95	69	26	120	1,009	1,367
รวม		1	1,008	6,323	383	5	1	68	1,330	855	446	174	861	11,455	13,936

ช่วงถนนที่ 3 มุ่งสู่ทิศเหนือ

ช่วงเวลา			รถจักรยานยนต์	รถจักรยานยนต์ รถสามล้อ	รถยนต์นั่ง ส่วนบุคคล ไม่เกิน 7 คน	รถยนต์นั่ง ส่วนบุคคล เกิน 7 คน	รถโดยสาร ขนาดเล็ก	รถโดยสาร ขนาดกลาง	รถโดยสาร ขนาดใหญ่	รถบรรทุก ขนาดเล็ก	รถบรรทุก ขนาดกลาง	รถบรรทุก ขนาดใหญ่	รถบรรทุก พ่วง	รถบรรทุกกึ่ง พ่วง	รวม (คัน)	รวม (PCU)
07:00	-	08:00	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	4
08:00	-	09:00	0	110	302	22	0	0	1	77	39	54	20	62	687	858
09:00	-	10:00	0	81	350	19	0	0	17	87	19	57	15	61	706	889
10:00	-	11:00	0	67	330	14	1	1	9	86	8	71	11	54	652	830
11:00	-	12:00	1	56	370	21	0	0	3	72	25	67	13	35	663	825
12:00	-	13:00	1	38	410	26	0	0	1	91	16	31	13	47	674	801
13:00	-	14:00	0	40	431	21	0	0	5	96	27	54	14	61	749	948
14:00	-	15:00	0	30	464	22	2	1	3	104	33	69	25	62	815	1,067
15:00	-	16:00	0	49	471	25	0	0	1	88	31	73	18	77	833	1,084
16:00	-	17:00	0	58	446	34	1	0	1	96	33	75	18	90	852	1,122
17:00	-	18:00	0	89	584	37	1	0	13	118	27	79	22	92	1,062	1,334
18:00	-	19:00	0	100	463	19	1	0	0	93	27	109	25	99	936	1,246
รวม			2	798	4,987	278	6	2	62	1,134	301	848	216	836	9,470	12,159

ช่วงถนนที่ 3 มุ่งสู่ทิศใต้

ช่วงเวลา			รถจักรยานยนต์	รถจักรยานยนต์ รถสามล้อ	รถยนต์นั่ง ส่วนบุคคล ไม่เกิน 7 คน	รถยนต์นั่ง ส่วนบุคคล เกิน 7 คน	รถโดยสาร ขนาดเล็ก	รถโดยสาร ขนาดกลาง	รถโดยสาร ขนาดใหญ่	รถบรรทุก ขนาดเล็ก	รถบรรทุก ขนาดกลาง	รถบรรทุก ขนาดใหญ่	รถบรรทุก พ่วง	รถบรรทุกกึ่ง พ่วง	รวม (คัน)	รวม (PCU)
07:00	-	08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00	-	09:00	0	195	325	16	2	0	1	84	22	70	27	68	810	952
09:00	-	10:00	1	102	320	24	1	0	1	92	11	84	19	48	703	873
10:00	-	11:00	0	88	408	18	0	0	4	116	21	74	9	61	799	982
11:00	-	12:00	1	84	388	26	1	0	5	113	16	90	19	47	790	989
12:00	-	13:00	0	71	403	29	0	0	3	120	17	92	13	39	787	976
13:00	-	14:00	0	73	439	24	0	0	4	117	17	55	11	41	781	914
14:00	-	15:00	0	71	472	23	5	0	6	118	42	27	13	29	806	913
15:00	-	16:00	0	57	433	25	3	2	8	116	49	42	7	47	789	955
16:00	-	17:00	0	82	530	24	5	0	6	139	41	38	18	68	951	1,132
17:00	-	18:00	0	137	566	30	3	2	4	165	39	158	22	61	1,187	1,503
18:00	-	19:00	0	109	448	37	1	1	7	137	24	113	22	101	1,000	1,314
รวม			2	1,172	5,102	299	21	7	52	1,428	322	964	209	717	10,295	12,739



ภาคผนวก จ หนังสือผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการ
ผู้ทรงคุณวุฒิ สาขาวิศวกรรมศาสตร์
และได้นำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 21
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ระหว่างวันที่ 3 - 4 ธันวาคม พ.ศ. 2567

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล อรพรรณ โตพันธ์
 วัน เดือน ปีเกิด 8 มิถุนายน 2534
 ที่อยู่ 42 หมู่ 2 ตำบลคอรัม อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ 53120

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนพิชัย
 ระดับปริญญาตรี ปีการศึกษา 2557 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมขนส่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ. 2557-2561 ตำแหน่งวิศวกร บริษัท กรุงเทพเอ็นอีเนียริงคอนซัลแตนท์ จำกัด
 พ.ศ. 2561-2568 ตำแหน่งวิศวกรจราจร บริษัท เอสทูอาร์ คอนซัลตติ้ง จำกัด

ผลงานทางวิชาการ

คุณอรพรรณ โตพันธ์ และ คุณจำรัส พิทักษ์ศฤงคาร
 บทความงานวิจัยเรื่อง “การวิเคราะห์การปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวงสายหลัก กรณีศึกษาทางหลวงหมายเลข 4 ช่วง กม.276+300 - กม.315+000 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์”
 “ANALYSIS OF MAJOR HIGHWAY EFFICIENCY IMPROVEMENT A CASE STUDY ON HIGHWAY NO.4 KM.276+300 - KM.312+500 PRACHUAP KHIRI KHAN PROVINCE” นำเสนอและเผยแพร่ในการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 21 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ระหว่างวันที่ 3 – 4 ธันวาคม พ.ศ. 2567

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้